

Aplikasi Pengukur dan Pencatat Ketersediaan Air Sumur Menggunakan Raspberry Pi dan Android

Kurnia Setyo Hermawan¹, Dessyanto Boedi Prasetyo², Heru Cahya Rustamaji³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta
email: ¹kurnia.setyo13@gmail.com, ²dess95@gmail.com, ³herucr@gmail.com

Abstrak > Kedalaman air tanah disetiap daerah berbeda-beda dipengaruhi oleh tebal tipisnya lapisan permukaan di atasnya dan kedudukan lapisan air tanah tersebut. Kedalaman air tanah dapat diukur menggunakan *Water Level Meter* yang memanfaatkan konduktivitas air sebagai penanda batas permukaan air yang dilakukan secara manual. Pengukuran kedalaman permukaan air tanah juga dapat dilakukan dengan metode geolistrik, namun pengukuran tersebut membutuhkan persiapan peralatan yang banyak dengan area luas. Pada penelitian ini dibuat alat yang dapat mengukur dan mencatat ketersediaan air sumur secara otomatis dengan menerapkan Raspberry Pi sebagai pengontrol dan pemroses yang kemudian data dikirimkan ke Android. Untuk mengukur diameter digunakan sensor ultrasonik yang dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai dengan 3 meter. Pendeteksian air dan dasar sumur menggunakan dua utas kabel dan *micro switch* yang diletakkan pada bandul. Kedalaman permukaan air dan dasar sumur didapat dari pengukuran panjang kabel yang ada pada bandul menggunakan sensor *optocoupler*. Data jarak dan kedalaman ditampilkan pada LCD 16 x 2 sebelum disimpan pada database. Pertukaran data antara perangkat Raspberry Pi dan perangkat Android menggunakan *wireless* dengan menjadikan Raspberry Pi sebagai *server* dan Android sebagai *client*. Pada aplikasi Android data ditambahkan dengan tanggal dan posisi atau koordinat pada Android. Hasil dari penelitian ini alat mampu mengukur dan mencatat ketersediaan air tanah pada sumur secara otomatis. Sensor *optocoupler* dapat membaca jarak kabel dengan tingkat akurasi 95% pada kedalaman 8.34 meter. Dari penelitian ini diameter sumur yang dapat terdeteksi melalui sensor ultrasonik adalah 3 meter.

Kata Kunci > Pengukur kedalaman sumur, Raspberry Pi, Android, sensor ultrasonik, sensor *optocoupler*, *ordometry*.

I. PENDAHULUAN

Air merupakan zat penting yang diperlukan bagi semua kehidupan di bumi termasuk kehidupan manusia. Kebutuhan manusia akan air sangat banyak, antara lain untuk minum, memasak, mandi, mencuci, dan masih banyak lagi. Air yang digunakan oleh manusia umumnya diperoleh dari air tanah. Air tanah yang sering digunakan oleh manusia diperoleh dengan cara membuat sumur gali ataupun sumur bor pada permukaan tanah. Kedalaman air tanah disetiap daerah berbeda-beda menurut karena dipengaruhi oleh tebal tipisnya lapisan permukaan di atasnya dan kedudukan lapisan air tanah tersebut [1].

Pengukuran kedalaman air tanah di dalam sumur biasanya menggunakan meteran atau yang lebih canggih lagi menggunakan alat *Water Level Meter*. *Water Level Meter* memiliki kemampuan mengukur kedalaman permukaan air

dengan memanfaatkan konduktivitas air yang terhubung dengan gulungan meteran dan *buzzer* untuk mendeteksi permukaan air dengan kondisi konduktivitas *high* dan *low* [2]. Selain menggunakan *Water Level Meter*, untuk mengukur kedalaman permukaan air tanah juga dapat dilakukan dengan metode Geolistrik. Fungsi dari metode Geolistrik yaitu untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di dalam tanah dengan cara mengalirkan listrik yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah [3]. Alat yang sudah ada seperti *Water Level Meter* belum bisa mengukur dan mencatat ketersediaan air sumur secara otomatis, sedangkan pengukuran kedalaman air dengan metode Geolistrik membutuhkan persiapan peralatan yang banyak dan area lapang yang luas.

Pengukuran dan pencatatan ketersediaan air sumur selain menggunakan data kedalaman permukaan air dibutuhkan juga data diameter dan data kedalaman dasar sumur. Untuk mengetahui volume air yang berada di dalam sumur, dibutuhkan juga data lokasi atau koordinat dan tanggal serta waktu pengambilan data pada sumur. Pengambilan data lokasi atau koordinat dan tanggal digunakan sebagai penanda juga sebagai pembandingan saat dilakukannya survey pada beberapa sumur, sedangkan data volume air sumur digunakan untuk mengetahui ketersediaan air yang ada di dalam sumur. Kelemahan pada alat *Water Level Meter* yaitu hanya dapat mengukur kedalaman permukaan air dan kemudian dicatat dengan manual. Kelemahan tersebut menyebabkan pengambilan data koordinat dan data tanggal dilakukan dengan menggunakan alat GPS serta penanggalan, sedangkan data volume air sumur juga dihitung secara manual. Hal tersebut menyebabkan pada saat melakukan survey sumur di lapangan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk menghitung dan mencatat pengambilan data.

Pengukuran dan pencatatan sumur secara otomatis dapat dilakukan dengan cara menerapkan teknologi yang sudah ada contohnya seperti menerapkan rangkaian perangkat elektronika berupa sensor dan pemroses seperti mini PC. Dalam penelitian ini pengukuran kedalaman muka air, dasar sumur, dan diameter sumur membutuhkan sensor air yang dapat mendeteksi adanya air, *push button* untuk mendeteksi dasar sumur, dan sensor ultrasonik untuk mengukur diameter bibir sumur. Jarak kedalaman air dihitung menggunakan kabel yang dirangkai bersama dengan *pulley*. *Pulley* tersebut terhubung dengan *ordometry/ encoder disc* dan sensor *optocoupler*, sehingga panjang kabel dapat dihitung sesuai jumlah perputaran *pulley* yang bergesekan dengan kabel. Dalam otomatisasi penggulungan kabel digunakan motor DC yang dapat menggulung kabel secara otomatis setelah proses pengukuran kedalaman selesai. Semua perangkat dan sensor

*) penulis korespondensi

terhubung dengan mini PC Raspberry Pi sebagai pengontrol dan pemroses. Data yang telah diambil dan diproses Raspberry Pi diambil lagi oleh perangkat Android melalui Wi-Fi untuk ditambahkan koordinat lokasi dan waktu pengambilan data, sehingga dapat dilakukan export data menjadi format *.CSV (*Comma Separated Values*) karena selain sederhana juga dapat dibuka di berbagai *text editor* dan MS Excel.

Kedalaman air tanah disetiap daerah yang berbeda-beda, sehingga dibutuhkan alat pengukur kedalaman muka air yang datanya dapat digunakan untuk membantu pencarian lokasi pembuatan sumur yang baik dan juga dapat membantu pemantauan ketersediaan air disuatu daerah. Alat yang sudah ada belum bisa mengukur dan mencatat ketersediaan air secara otomatis. Selain menggunakan data kedalaman permukaan air, untuk mengukur ketersediaan air sumur juga dibutuhkan data diameter dan kedalaman dasar sumur. Pengukuran dan pencatatan ketersediaan air sumur dapat dilakukan secara otomatis dengan menerapkan teknologi elektronika dan pemrograman yang sudah ada. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknologi elektronika dan pemrograman untuk mampu mengukur dan mencatat data ketersediaan air sumur secara otomatis sehingga dalam pengukuran sumur dapat dilakukan dengan lebih efisien.

II. TINJAUAN STUDI

Air merupakan kebutuhan pokok bagi semua makhluk hidup khususnya manusia. Kebanyakan manusia memenuhi kebutuhan airnya dengan memanfaatkan air tanah. Air tanah diperoleh dengan cara membuat sumur bor/ sumur gali pada daerah yang berpotensi memiliki air tanah. Air tanah merupakan air yang tersimpan dibawah permukaan tanah dan pergerakannya mengikuti hukum-hukum fluida. Keberadaannya di alam sangat tergantung dari ada tidaknya batuan yang dapat menyimpan dan meloloskan air dalam jumlah yang berarti atau dalam hal ini disebut sebagai akuifer secara alami tidak semua batuan dapat bertindak sebagai akuifer mengingat akan sangat bergantung pada ruang antar butiran (pori-pori batuan) dan permeabilitasnya[4]. Air tanah merupakan air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi. Lapisan tanah yang terletak di bawah permukaan tanah dinamakan lajur jenuh (*saturated zone*) dan lajur tidak jenuh terletak di atas lajur jenuh sampai permukaan tanah, yang rongga-rongganya berisi air dan udara [5].

Pengukuran adalah suatu kegiatan menentukan kuantitas suatu objek melalui aturan-aturan tertentu sehingga kuantitas yang diperoleh benar-benar mewakili sifat dari suatu objek yang dimaksud [6]. Pengukuran memiliki dua karakteristik utama yaitu penggunaan angka atau skala tertentu, dan menurut suatu aturan atau formula tertentu [7]. Dalam pengukuran sumur umumnya menggunakan alat *Water Level Meter*. Alat tersebut berupa gulungan meteran yang dilapisi dengan tembaga sebagai konduktor dan pada ujungnya terdapat bandul/ *probe* . Cara kerja alat tersebut yaitu dengan memasukkan bandul kedalam sumur kemudian penggulung diputar sehingga bandul akan turun ke dalam sumur hingga

buzzer pada alat berbunyi. *Buzzer* tersebut berbunyi disebabkan bandul yang berisi elektroda terkena air karena air mempunyai konduktivitas untuk menghantarkan arus listrik. Kemudian angka meteran yang ada pada bibir sumur menunjukkan ukuran kedalaman sumur dari titik tersebut.

Sensor pendeteksi air atau sering disebut sensor air sering digunakan untuk keperluan pendeteksian air seperti air hujan dan pendeteksian level air. Sensor air tersebut terdiri dari susunan konektor, 1 m ohm resistor, dan garis-garis konduktor. Sensor tersebut bekerja dengan konektor yang terhubung ke ground, VCC, dan masukan analog. Sensor diperkuat dengan resistor 1 M ohm sehingga ketika garis-garis konduktor terkena air maka membaca sinyal high ke masukan analog. Prinsip tersebut digunakan pada penelitian ini untuk mendeteksi permukaan air pada sumur menggunakan kabel audio yang dihubungkan ke pin GPIO (*General-purpose input/output*) Raspberry Pi dan diberi *pull up resistor*. *Pull up resistor* pada Raspberry Pi berarti memberi pin GPIO resistor sebesar 10 k ohm sehingga akan selalu membaca *high* (Richardson & Wallace, 2012). Kemudian jika pin GPIO yang diberi *pull up* tersebut terhubung ke ground maka akan membaca *low*. Dalam penelitian ini kabel yang diberi *pull up* dipisah dengan jarak beberapa milimeter dari kabel yang diberi ground. Kedua kabel tersebut untuk mendeteksi permukaan air dikarenakan air mempunyai konduktivitas untuk menghantarkan arus listrik

Konduktivitas air atau Daya Hantar Listrik (DHL) adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk menghantarkan aliran listrik. Nilai DHL dipengaruhi oleh kadar dan kepekatan garam terlarut yang dapat terionisasi [8,9]. Nilai DHL berbanding lurus dengan konduktivitas arus listrik pada media air. Selain nilai DHL kadar logam/ besi pada air juga berpengaruh terhadap konduktivitas untuk menghantarkan arus listrik [10]. Air sumur penduduk umumnya memiliki konduktivitas untuk menghantarkan arus listrik dikarenakan air sumur mempunyai kadar garam dan besi yang beragam. Konduktivitas air tersebut yang nantinya digunakan dalam penelitian ini untuk mendeteksi permukaan air melalui pembacaan sinyal analog yang dibaca oleh Raspberry Pi.

Penelitian yang dilakukan oleh Sukirman membuktikan bahwa ketinggian permukaan air disetiap tempat/ daerah berbeda-beda. Hal ini yang mendasari dilakukannya penelitian Alat Pengukuran dan Pencatatan Ketersediaan Air pada Sumur Secara Otomatis Menggunakan Raspberry Pi dan Perangkat Android ini.

Wiguna [11] telah melakukan penelitian tentang pengukuran zat cair pada suatu wadah menggunakan data ketinggian muka zat cair yang didapat dari sensor ultrasonik. Dalam penelitiannya dapat mengukur volume zat cair jika wadah yang akan diukur sudah ditentukan dan rumus volumenya juga sudah ditentukan sebelumnya. Pada penelitian tersebut dijadikan acuan pada penelitian ini untuk mengukur volume air sumur dengan menggunakan data ketinggian air dari dasar sumur. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Tambun [12] yaitu mengukur tank SPBU menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak

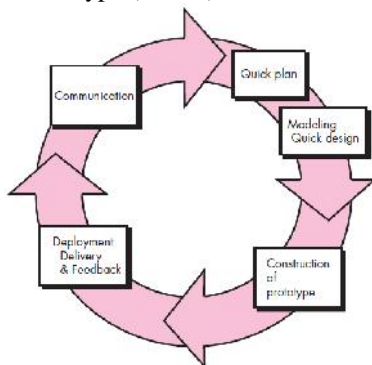
ketinggian bahan bakar pada tank tersebut. Kedua penelitian tersebut menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air, namun sensor ultrasonik hanya dapat membaca jarak antara 3 cm hingga 3 meter saja. Kemudian pada penelitian Budiarmo [13] ketinggian permukaan air dihitung menggunakan sensor air yang berupa beberapa utas kabel yang di letakkan pada ketinggian berbeda sehingga saat air menyentuh kabel tersebut maka akan diketahui ketinggiannya. Pada penelitian tersebut digunakan acuan dalam penelitian ini sebagai pendeteksi permukaan air.

Raspberry Pi dapat digunakan secara portable [14] dan akuisisi data pada raspberry pi dapat dilakukan secara online dan simultan [15]. Selanjutnya pada penelitian Fernando [16], tentang bagaimana cara mengontrol alat-alat elektronik menggunakan Raspberry Pi dan dikendalikan oleh Android yang terhubung dengan jaringan Wi-Fi. Penelitian tersebut menjadi referensi penelitian ini dalam komunikasi data antara Raspberry Pi dan perangkat Android.

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi analisis masalah, analisis kebutuhan sistem, pengumpulan data dan pengembangan sistem. Metode pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan sumber data primer dan sumber data sekunder. Sedangkan metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Prototype (Gbr. 1).



Gbr. 1 Alur proses metode prototype [17]

Metode ini sesuai digunakan untuk mengembangkan perangkat yang selanjutnya akan dikembangkan kembali. Berikut adalah tahapan metode *prototype* [17] :

1. Komunikasi (*Communication*), yaitu pengumpulan dan analisis terhadap kebutuhan pengguna. Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian.

2. Perencanaan (*Quick Plan*), yaitu perencanaan pembuatan sistem. Dalam penelitian ini perencanaan menggunakan desain UML sebagai perencanaan komunikasi pengguna dengan sistem.

3. Desain Pemodelan (*Modeling Quick Design*), yaitu membuat desain yang nantinya dapat dikembangkan lagi.

Dalam penelitian ini mempunyai dua desain perancangan, yaitu desain perancangan pada perangkat Raspberry Pi dan pada perangkat Android.

4. Pembangunan Prototype (*Construction of Prototype*), yaitu pembangunan prototype termasuk pengujian dan penyempurnaan. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan perangkat dan dilakukan pengujian pada perangkat.

5. Produksi Umpanbalik (*Deployment Delivery and Feedback*), yaitu memproduksi perangkat dan umpanbalik. Dalam penelitian ini belum melalui tahap kelima,

B. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan sumber data primer yaitu observasi/ pengamatan. Pada penelitian ini observasi dilakukan dengan mengamati sumur gali yang berada di dukuh Nayan Maguwoharjo, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta. Dalam pengamatan lapangan, dilakukan percobaan untuk pengukuran bibir sumur, kedalaman muka air sumur, dan kedalaman dasar sumur menggunakan meteran gulung dan tali yang diberi pemberat untuk melakukan pengukuran.



Gbr. 2 Observasi kondisi sumur

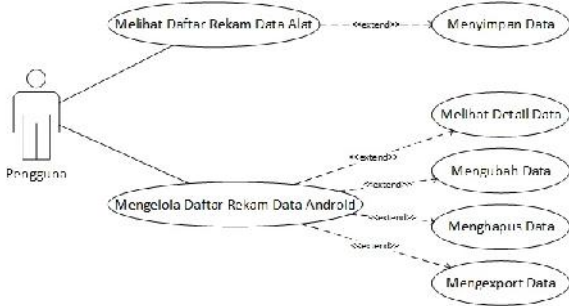
Percobaan (Gbr. 2) membutuhkan waktu sekitar 15 menit untuk memperoleh hasil pengukuran kuantitas air dalam sumur, dikarenakan pengukuran manual menggunakan meteran dan tali sebagai acuan, juga dalam perhitungan rumus yang dilakukan menggunakan kalkulator. Sehingga hasil dalam pengamatan tersebut butuh persiapan dan waktu yang lumayan lama untuk mengukur sumur yang mempunyai diameter 80 cm dan kedalaman mencapai 15 meter, belum termasuk perhitungan rumus untuk memperoleh ketersediaan air pada sumur. Penelitian ini diharapkan dapat membantu mempermudah persiapan dan mempersingkat waktu dalam pengukuran ketersediaan air pada sumur.

C. Perencanaan

Pada tahap perencanaan ini menjelaskan tentang komunikasi pengguna dengan sistem menggunakan desain pemodelan UML yang meliputi diagram *use case*, diagram aktivitas, diagram urutan, dan diagram kelas.

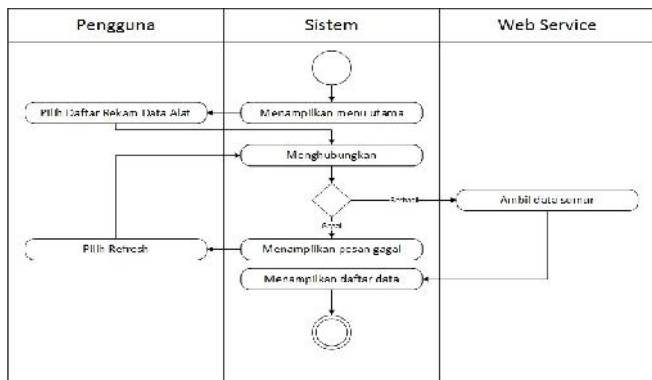
Pada diagram *use case* dalam perangkat Android terdapat satu aktor yaitu pengguna. Pengguna dapat melihat daftar rekam data alat, menyimpan rekam data alat, mengelola daftar

rekam alat, dan melakukan *export* data. Diagram *Use case* dari perangkat Android dapat dilihat pada (Gbr. 3).



Gbr. 3. Diagram *Use Case*

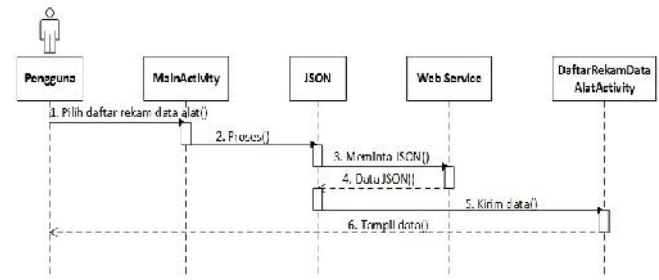
Diagram aktivitas menggambarkan berbagai alur aktivitas dalam sistem yang dirancang, bagaimana alur aktifitas dalam sistem berawal dan berakhir. Berdasarkan pada diagram *use case* yang telah dibuat, pada aplikasi ini memiliki tujuh diagram aktivitas yaitu daftar rekam data alat, simpan data, daftar rekam data Android, detail data, ubah data, hapus data, dan *export* data. Berikut ini salah satu diagram aktivitas daftar rekam data alat (Gbr. 4)



Gbr. 4. Diagram aktivitas melihat daftar rekam data alat

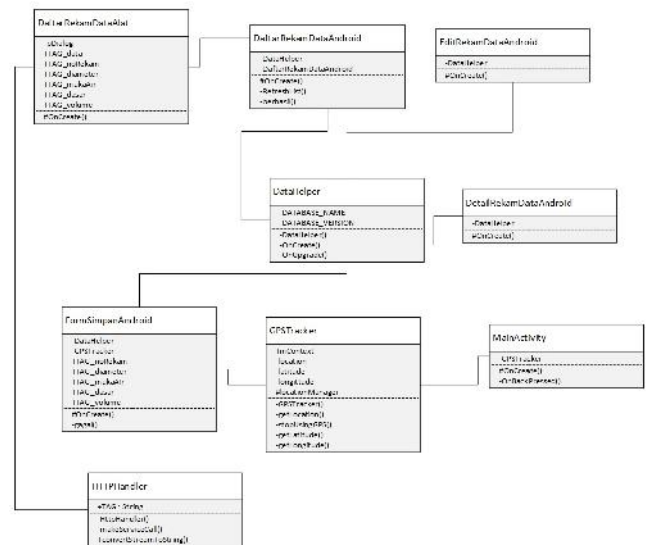
Pada diagram urutan daftar rekam data alat (Gbr. 5) terdapat satu aktor dan empat *life line*. Dimulai pengguna memilih daftar rekam data alat pada *life line* mainactivity, kemudian dilakukan proses ke *life line* JSON untuk meminta data pada *life line* Web Service, selanjutnya data dikirimkan kembali ke *life line* JSON, lalu data tersebut di kirimkan lagi ke *life line* daftar rekam data alat activity. Dari *life line* daftar rekam data

alat activity menampilkan data ke pengguna.



Gbr. 5 Diagram urutan melihat daftar rekam data alat

Diagram kelas menampilkan *class* di dalam Aplikasi yang digunakan untuk memberikan gambaran tentang sistem seperti diskripsi class, package, objek dan relasi yang terjadi didalamnya (Gbr. 6).

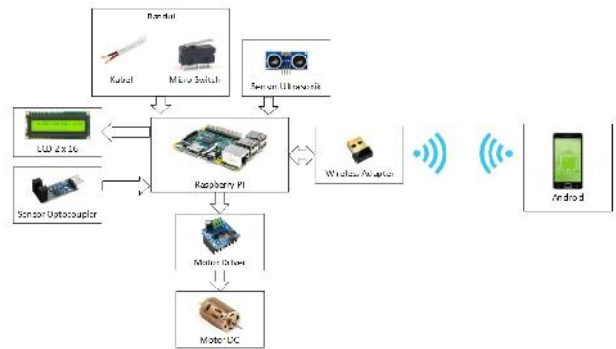


Gbr. 6. Diagram Kelas

Alur program perangkat Raspberry Pi dimulai dari pembacaan sensor ultrasonik, pada saat sensor tidak mendeteksi jarak maka akan kembali lagi ke fungsi pembacaan sensor ultrasonik, kemudian saat sensor sudah mendeteksi jarak, maka nilai jarak yang diperoleh disimpan terlebih dahulu pada variabel diameter. Setelah pembacaan diameter, selanjutnya menjalankan motor untuk menurunkan bandul ke dalam sumur. Sensor *optocoupler* akan menghitung perputaran kabel pada *pulley* yang terhubung pada *ordometry*. Saat sensor air menyentuh permukaan air, nilai panjang kabel disimpan pada variabel muka air. Motor akan turun lagi sampai sensor dasar menyentuh dasar sumur kemudian menyimpan panjang kabel ke variabel dasar. Lalu motor akan naik dan perhitungan kuantitas dilakukan dengan menerapkan rumus volume tabung, kemudian data akan ditampilkan pada ICD 2x16. Alur program dapat dilihat pada flowchart (Gbr. 7).

D. Desain Pemodelan

Pada model alat tersebut terdapat dua perangkat yang saling berhubungan, yaitu perangkat Raspberry Pi dan perangkat Android. Perangkat Raspberry Pi digunakan sebagai server untuk menerima request data dari Android, kemudian memproses request tersebut, lalu mengirimkan respon/ tanggapan ke Android. Dalam Arsitektur Diagram (Gbr. 8), bandul yang berisi kabel dan *micro switch* memasukkan data ke Raspberry Pi berupa deteksi permukaan air dan deteksi dasar sumur. Sedangkan sensor ultrasonik mengukur jarak diameter dan kemudian mengirimkan data ke Raspberry Pi. Wireless adapter digunakan sebagai komunikasi data dengan perangkat Android dan komputer, sehingga perangkat Raspberry Pi dapat dikendalikan dan perangkat Android dapat mengambil data dari Raspberry Pi. Selanjutnya motor driver digunakan sebagai pengendali motor DC dari Raspberry Pi sehingga motor DC dapat berputar bolak balik dan dapat dikendalikan kecepatannya menggunakan PWM. Kegunaan dari sensor optocoupler adalah menghitung perputaran ordometry dan mengirmkan datanya ke Raspberry Pi. Selanjutnya LCD 16 x 2 digunakan sebagai informasi keluaran dari Raspberry Pi yang di gunakan untuk menampilkan data pengukuran pada sumur.



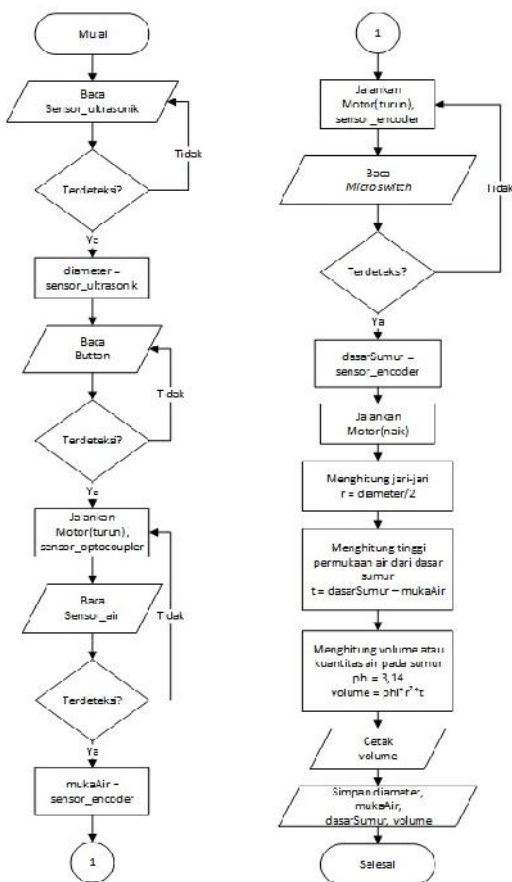
Gbr. 8 Arsitektur perangkat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

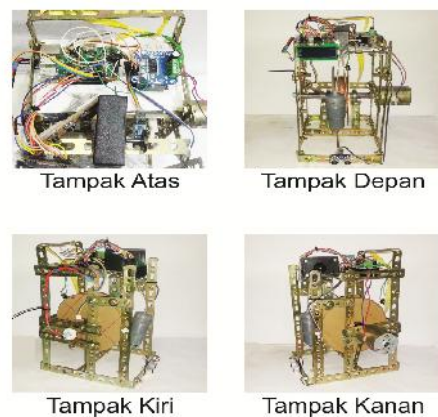
Telah dibangun sebuah prototype pengukur dan pencatat Ketersediaan Air Sumur yang telah dilakukan pengujian, baik terhadap pengujian kabel pengukuran jarak, ketepatan lokasi pada piranti dan aplikasi android.

A. Pembangunan Prototype

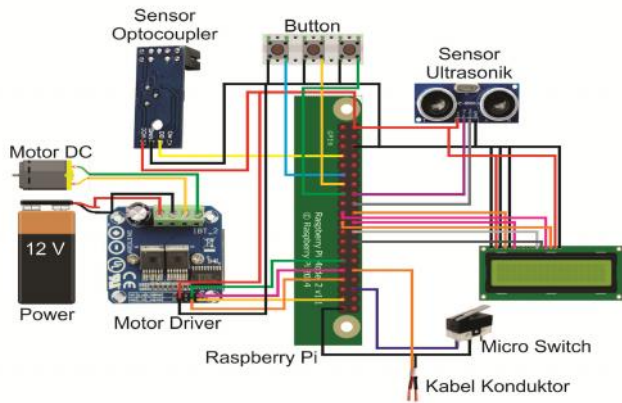
Prototype perangkat pengukur ketersediaan air sumur dibangun dengan konstruksi sederhana (Gbr. 9). Bagian-bagian dari perangkat Raspberry Pi yaitu bandul, rangkaian pengguling otomatis, rangkaian pengukur panjang kabel, beberapa *button* untuk mengoperasikan perangkat, LCD 16 x 2, motor driver, Raspberry Pi, serta wireless adapter yang terhubung melalui *port USB* pada Raspberry Pi terhubung melalui kabel (Gbr. 10). Beberapa bagian tersebut akan dilakukan pengujian serta kalibrasi untuk melihat keberhasilan fungsi masing – masing bagian pada perangkat Raspberry Pi. Terdapat tiga tahap dalam pengujian pada perangkat Raspberry Pi yaitu pengujian program dan komunikasi perangkat, pengujian sensor pendeteksi permukaan air dan dasar sumur, serta pengujian pengukur jarak.



Gbr. 7 Flowchart pengukuran sumur

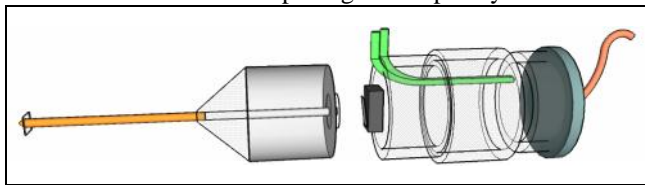


Gbr. 9. Perangkat pengukur ketersediaan air sumur



Gbr. 10. Wiring Map Raspberry Pi

Pendeteksian kedalaman dasar sumur dalam penelitian ini menggunakan *micro switch* yang dirangkai dengan tongkat besi pada bandul dan terhubung dengan perangkat Raspberry Pi dapat dilihat pada (Gbr. 11). Jika ujung tongkat besi terkena dasar sumur, maka ujung tongkat besi yang lain akan mendorong lempeng pada *micro switch* sehingga akan memberikan masukan ke perangkat Raspberry Pi.



Gbr. 11 Komponen Bandul

B. Pengujian Prototype

Pengujian sensor pendeteksi permukaan air dan dasar sumur dilakukan untuk menguji keberhasilan penelitian ini dalam mendeteksi permukaan air dan dasar sumur. Pengujian ini terdiri dari pengujian berbagai macam bahan konduktor kabel yang digunakan sebagai pendeteksi air, serta pengujian keseluruhan. Pada pengujian berbagai macam kabel dilakukan pengujian menggunakan beberapa macam kabel (Gbr. 12) dengan jarak antar dua kabel yang berbeda – beda. Kabel 1 merupakan kabel berjenis serabut yang mempunyai ukuran kecil, kabel 2 adalah kabel audio yang mempunyai tiga utas kabel berjenis serabut, kemudian kabel 3 merupakan kabel telepon berjenis tunggal, kabel 4 mempunyai jenis kabel serabut, serta kabel 5 juga mempunyai jenis serabut namun ukurannya lebih kecil dari pada kabel 4.



Gbr. 12. Beberapa macam kabel untuk pengujian

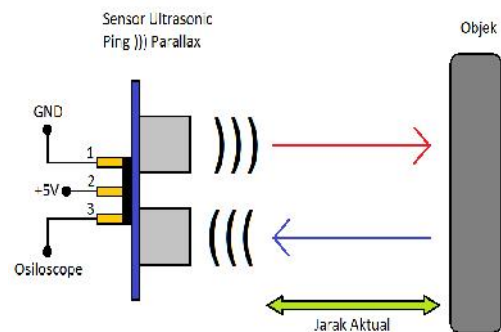
Dari hasil pengujian beberapa kabel dan jarak pada (Tabel I), air dapat terdeteksi di berbagai macam kabel dan berbagai jarak pada pengujian, kecuali pada kabel 3 yang

merupakan kabel telepon menggunakan kabel berjenis tunggal. Hal ini dikarenakan sifat elektron cenderung lebih banyak berkumpul dibagian tepi konduktor yang dilaluinya, sehingga jumlah elektron yang mengalir pada kabel serabut lebih banyak dari pada kabel tunggal yang hanya memiliki satu konduktor [18].

TABEL I
HASIL PENGUJIAN MENGGUNAKAN BEBERAPA MACAM KABEL

No.	Deskripsi	Jarak Terdeteksi (Y/T)				
		2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm
1.	Kabel 1	Y	Y	Y	Y	Y
2.	Kabel 2	Y	Y	Y	Y	Y
3.	Kabel 3	T	T	T	T	T
4.	Kabel 4	Y	Y	Y	Y	Y
5.	Kabel 5	Y	Y	Y	Y	Y

Pada pengujian pengukur jarak dilakukan kalibrasi atau membandingkan jarak yang dihasilkan oleh perangkat dengan jarak yang diukur menggunakan meteran sebagai acuan untuk menentukan kebenaran perhitungan pengukur jarak pada penelitian ini. Dalam pengujian pengukur jarak terbagi menjadi pengujian pengukuran diameter, serta pengujian pengukuran panjang kabel. Pengujian kalibrasi diameter dilakukan dengan membandingkan pengukuran jarak sensor ultrasonik dengan berbagai macam jarak yang dilakukan sebanyak sepuluh kali dan hasilnya dicari rata-ratanya. Sensor ultrasonik mampu mengukur jarak antar 3 cm sampai 3 meter, sehingga dapat digunakan sebagai pengukur diameter sumur otomatis karena umumnya diameter sumur tidak lebih dari 1 meter (Gbr. 13).

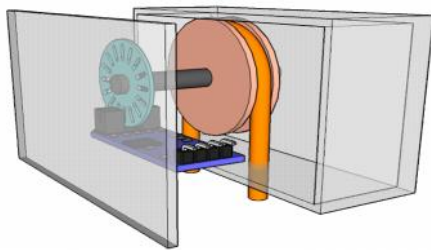


Gbr. 13. Ilustrasi gelombang ultrasonik [19]

TABEL III
HASIL PENGUJIAN PENGUKURAN JARAK DIAMETER

Hasil						
No.	Jarak (m)	Maks (m)	Min (m)	Rerata (m)	Error	Standar Deviasi
1	0.10	0.10	0.10	0.10	0%	0
2	0.20	0.20	0.20	0.20	0%	0.0032
3	0.30	0.29	0.28	0.285	5%	0.0032
4	0.40	0.39	0.38	0.385	3.75%	0.0042
5	0.50	0.49	0.48	0.485	3%	0.0048

Pengujian kalibrasi pengukur panjang kabel dilakukan dengan membandingkan pengukuran jarak sebenarnya dan jarak yang didapat dari pengukuran alat. Pengujian tersebut dilakukan sepuluh kali dengan jarak yang berbeda-beda dan dicari rata-rata jaraknya.



Gbr. 14. Komponen Pengukur Panjang Kabel

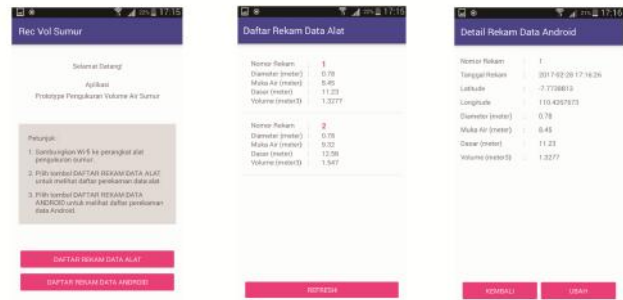
Persiapan dalam pengujian pengukur jarak kabel (Gbr. 14) dilakukan dengan meletakkan alat pada ketinggian yang berbeda – beda untuk diukur kedalamannya. Pengujian dilakukan dengan cara memasang alat pada tembok yang sudah diberi penanda kedalamannya, kemudian masing-masing tanda yang ada pada tembok diberi papan datar sebagai ilustrasi dasar sumur. Pengukuran dimulai dari ujung bandul sampai dengan ujung bandul tersebut mengenai papan sehingga dapat muncul jarak kedalaman pada LCD. Informasi kedalaman pada LCD tersebut kemudian dicatat

TABEL III
HASIL PENGUJIAN PENGUKURAN KEDALAMAN SUMUR

No.	Jarak (m)	Maks (m)	Min (m)	Rerata (n)	error	Standar Deviasi
1	0.3	0.31	0.29	0.303	1%	0.006
2	0.5	0.53	0.45	0.493	1.4%	0.030
3	1	1.02	0.97	0.999	0.1%	0.018
4	1.5	1.51	1.45	1.48	1.3%	0.020
5	8.34	8.99	8.43	8.675	4.1%	0.212

Aplikasi pada perangkat Android telah dihasilkan dan disajikan dalam bentuk tampilan *screenshot* pada saat program dijalankan. Halaman menu utama merupakan halaman awal saat pertamakali pengguna membuka aplikasi. Apabila GPS pada Android belum aktif maka sebelum memasuki halaman menu utama akan muncul *alert dialog* pengaturan GPS agar pengguna dapat mengaktifkan GPS melalui pengaturan GPS pada Android.

Halaman menu utama terdapat petunjuk sederhana penggunaan aplikasi dan dua menu utama yaitu daftar rekam data alat dan daftar rekam data Android yang dapat dilihat pada (Gbr. 15). Menu daftar rekam data alat digunakan untuk melihat semua data yang telah terekam sebelumnya pada *database* perangkat Raspberry Pi. Sedangkan menu daftar rekam data Android digunakan untuk melihat semua data pada perangkat Raspberry Pi yang telah disimpan pada *database Android*.



Gbr. 15 Antarmuka aplikasi Android

Pengujian koordinat GPS Android dilakukan dengan cara membandingkan koordinat pada aplikasi My GPS Coordinates yang dapat didownload pada Play Store Android (Gbr. 16) dengan koordinat pada aplikasi penelitian ini, dengan selisih jarak sebesar 12,5 meter.



Gbr. 16 Koordinat GPS menggunakan MyGpsCoordinates

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN PENGUKURAN LOKASI GPS

No.	Koordinat pada Aplikasi My GPS Coordinates		Koordinat pada Aplikasi Penelitian		Selisih Jarak(m)
	Lat	Long	Lat	Long	
1	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55
2	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55
3	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55
4	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55
5	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55
6	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55
7	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55
8	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55
9	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55
10	-7.777736	110.423227	-7.7776664	110.4231387	12.55

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan serta implementasi dan uji coba sistem yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapatkan peningkatan kemampuan alat ukur yang mampu mengukur dan mencatat data sumur, serta menghitung ketersediaan air secara otomatis. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Kabel berjenis serabut yang diberi *pull-up* dapat digunakan sebagai pendeteksi air.
2. Sensor ultrasonik dapat digunakan sebagai pengukur jarak diameter di bibir sumur gali dengan rata-rata prosentase kesalahan sebesar 2.35%. Hal ini dikarenakan perbedaan suhu dan bentuk permukaan objek yang terkena gelombang ultrasonik.

3. Penggulungan kabel dapat dilakukan secara otomatis menggunakan motor DC yang diatur kecepatannya dengan PWM menggunakan motor driver. Sehingga ketika bandul turun ke dalam sumur tidak diperlukan penggulungan secara manual untuk menaikkan bandul. Namun apabila kecepatan motor DC di turunkan secara terus menerus akan menyebabkan motor DC mengalami over heating/ panas berlebihan dan menyebabkan rusak.

4. Kabel berjenis tunggal tidak dapat menghantarkan arus pull-up dengan baik sehingga tidak dianjurkan untuk mendeteksi air.

6. Pengukuran panjang kabel menggunakan sensor optocoupler pada saat pengujian menghasilkan rata-rata prosentase kesalahan sebesar 8.68%. Hal ini dikarenakan semakin panjang kabel yang turun ke bawah maka kabel tersebut semakin mudah berayun sehingga dapat mempengaruhi perputaran ordometry. Selain itu pengereman motor DC yang berubah-ubah juga berpengaruh dalam perhitungan sensor optocoupler juga kurangnya tingkat presisi pemasangan antara ordometry pada sensor optocoupler dapat menyebabkan pembacaan ordometry belum akurat.

7. Ketersediaan air pada sumur dapat dihitung dengan rumus volume pada tabung dengan memanfaatkan data kedalaman permukaan air, kedalaman dasar sumur dan diameter sumur.

8. Alat dapat melakukan pencatatan secara otomatis dengan menjadikan Raspberry Pi sebagai server yang kemudian diakses oleh perangkat Android sebagai client. Pada masing – masing perangkat dibangun sebuah database untuk menyimpan data pengukuran. Sehingga setelah pengguna melakukan pengukuran menggunakan Raspberry Pi, kemudian data yang tersimpan pada Raspberry Pi dapat diambil oleh pengguna menggunakan Android melalui wireless untuk selanjutnya disimpan pada database Android dan dapat di export oleh pengguna menjadi file berformat *.CSV.

9. Pencatatan koordinat lokasi dan penanggalan dapat diterapkan pada perangkat Android. Hal ini dikarenakan perangkat Android mempunyai GPS

Sesuai pada kesimpulan penelitian yang telah dilakukan didapatkan beberapa acuan yang telah dicapai. Disamping adanya pencapaian tersebut sistem ini masih memerlukan adanya banyak pengembangan. Beberapa hal yang dapat diterapkan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan presisi dalam pemasangan sensor optocoupler dan ordometry, sehingga data yang terukur tidak berubah karena ayunan kabel dan pengereman motor DC.

2. Sistem pengereman motor DC sebaiknya menggunakan servo atau perangkat lain yang dapat mengurangi kecepatan bandul saat turun ke bawah dan dapat menahan bandul saat dimulainya pengukuran serta sesudah pengukuran.

3. GPS Android dapat digunakan untuk mengambil lokasi koordinat namun tingkat akurasi sebaiknya ditingkatkan dengan menggunakan Module GPS yang dipasang pada perangkat Raspberry Pi.

4. Dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menampilkan peta Google Maps dan menandai titik – titik lokasi pengambilan data sumur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukirman., 2014. Analisis Rembesan pada Bendung Tipe Urugan melalui Uji Hidrolik di Laboratorium FT Unsri. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(2), pp-238.
- [2] Solinst Canada Ltd. 2013. *Solinst Water Level Meter Data Sheet*. 35 Todd Road, Georgetown, Ontario Canada L7G 4R8.
- [3] Broto, S., & Afifah, R. S. 2008. Pengolahan data geolistrik dengan metode schlumberger. *Teknik*, 29(2), 120–128.
- [4] Hehanusa, P. E., & Bakti, H. 2005. *Sumber Daya Air di Pulau Kecil*. Bandung: LIPI Press.
- [5] Soemarto, C. D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [6] Masidjo, I. (1995). *Penilaian pencapaian hasil belajar siswa di sekolah*. Walter de Gruyter.
- [7] Zainul, A., & Nasution, N. 2001. *Penilaian hasil belajar. PAU Untuk Peningkatan Dan Pengembangan Aktivitas Instruksional Ditjen Dikti*, DepDiknas, Jakarta.
- [8] Effendi, H. 2003. *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius. Retrieved from [https://www.google.com/books?hl=en&lr=&id=HyjDhfW87BOC&oi=fnd&pg=PA5&dq=air+tanah+adalah&ots=G6RCSpIUZ&sig=HY6bJ_wf1nITXc_8G5BVMUkAGKgemartee.com. \(n.d.\). High Sensitivity Water Sensor. Retrieved January 12, 2017 from https://www.emartee.com/Attachment.php?name=42240.pdf](https://www.google.com/books?hl=en&lr=&id=HyjDhfW87BOC&oi=fnd&pg=PA5&dq=air+tanah+adalah&ots=G6RCSpIUZ&sig=HY6bJ_wf1nITXc_8G5BVMUkAGKgemartee.com. (n.d.). High Sensitivity Water Sensor. Retrieved January 12, 2017 from https://www.emartee.com/Attachment.php?name=42240.pdf)
- [9] Irwan, F., & Afdal, A. 2016. Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air. *Jurnal Fisika Unand*, 5(1), 85–93.
- [10] Nicola, F. 2015. Hubungan antara Konduktivitas, TDS (Total Dissolved Solid) DAN TSS (Total Suspended Solid) dengan kadar Fe²⁺ DAN Fe Total pada Air Sumur Gali. Digital Repository Universitas Jember. Retrieved from repository.unej.ac.id/handle/123456789/65571
- [11] Wiguna, T., Hidayatno, A., & Andromeda, T. 2011. Pengukur Volume Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler AT89S51. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip. Retrieved from <http://eprints.undip.ac.id/25351/>
- [12] Tambun, M. S., Soedjarwanto, N., & Trisanto, A. 2015. Rancang Bangun Model Monitoring Underground Tank SPBU Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler. *Electrician*, 9(2), 109–122.
- [13] Budiarmo, Z. 2011. Sistem Monitoring Tingkat Ketinggian Air Bendungan Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Dinamika Informatika*, 3(1). Retrieved from <http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti2/article/view/908>
- [14] Saad, A. R. Amran and M. N. A. Hasan, 2016, WarBox: Portable wardriving over Raspberry PI, International Conference on Information and Communication Technology (ICICTM), Kuala Lumpur, 2016, pp. 227-235.
- [15] A. A. Asadi, S. Bagheri, A. Imam, E. Jalayeri, W. Kinsner and N. Sepehri, 2016, A data acquisition system based on Raspberry Pi: Design, construction and evaluation," 2016 IEEE 7th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON), Vancouver, BC, pp. 1-5.
- [16] Fernando, E. 2015. *Automatisasi Smart Home dengan Raspberry PI dan Smartphone Android*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Erick_Fernando3/publication/271208492_AUTOMATISASI_SMART_HOME_DENGAN_RASPBERRY_PI_DAN_SMARTPHONE_ANDROID/links/54c207680cf2dd3cb95907b0.pdf
- [17] Pressman, R. S. 2010. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 7th ed. Yogyakarta: ANDI.
- [18] Stevenson, W. D., Jr. 1983. *Analisa Sistem Tenaga*, Jilid 1 (Terjemahan). Malang: Lembaga Penerbitan Universitas Brawijaya.
- [19] Santosa, H., 2015. Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya, <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>