***Smart Water Dispenser* Terintegrasi untuk Monitoring Konsumsi Air Minum Harian**

Deni Ariyanto Abadi, Laurentius Kuncoro Probo Saputra*, Gloria Virginia

Fakultas Teknologi Informasi, Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹deni.abadi@ti.ukdw.ac.id, ^{2,*}kuncoro@staff.ukdw.ac.id, ³virginia@staff.ukdw.ac.id

Email Penulis Korespondensi: kuncoro@staff.ukdw.ac.id

Abstrak—Kekurangan air dapat menyebabkan permasalahan kesehatan yang sangat serius. Realitas di lapangan, bahwa sebagian orang mengatakan bahwa mereka tidak mengetahui jumlah air yang harus mereka penuhi setiap harinya. Untuk mengetahui tingkat kebutuhan air yang ideal bagi tubuh perlu melibatkan ahli gizi atau pakar kesehatan karena banyak faktor yang mempengaruhi tingkat kebutuhan air yang harus dikonsumsi setiap harinya. Tentu saja bila melibatkan atau berkonsultasi dengan pakar kesehatan memerlukan biaya yang tidak sedikit. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan adanya sebuah sistem perangkat yang saling terintegrasi dan memiliki kemampuan untuk menentukan tingkat kebutuhan air yang ideal bagi tubuh pengguna sesuai dengan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kebutuhan air tersebut serta mampu mengingatkan pengguna agar tetap mencukupi kebutuhan airnya. Sistem *smart water dispenser* yang dibangun berbasis IoT sehingga dapat terintegrasi dengan aplikasi android dan cloud server menjadi satu kesatuan sistem dapat digunakan dalam membantu memecahkan permasalahan tersebut. Sistem yang dibangun memiliki basis pengetahuan yang diperoleh dari tenaga profesional untuk menentukan kebutuhan ideal kebutuhan air minum harian pengguna. Sebagai basis pengetahuan, perhitungan kebutuhan air menggunakan kuesioner GPPAQ dan Estimated Energy Requirement (EER). Basis pengetahuan ini diimplementasikan pada aplikasi android, dan aplikasi ini dapat berkomunikasi dengan perangkat *water dispenser* untuk mencatat kebutuhan air minum harian yang telah diambil serta mengingatkan pengguna jika kebutuhan ideal belum tercapai. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem telah mampu menghitung tingkat kebutuhan air pengguna berdasarkan faktor tingkat aktivitas fisik, umur, dan berat badan. Sistem *water dispenser* memiliki akurasi pencatatan jumlah air yang dikeluarkan sebesar 92,6 %, sehingga terjadi selisih perhitungan di dalam aplikasi android terhadap jumlah air yang diambil pengguna dari *water dispenser*.

Kata Kunci: *Smart Water Dispenser*; *Internet of Things*; Konsumsi Air Minum; Monitoring Kebutuhan Air; Aktivitas Fisik

Abstract—Lack of water can cause serious health problems. In reality, some people do not know the amount of water they must drink daily. It's hard to find out the daily water intake needs because it is affected by a lot of things and it will be better to involve a nutritionist or health expert to get the best amount, which may require extra cost. To overcome these problems, it is necessary to have a system that is incorporated in an integrated system with the ability to calculate the ideal level of water needs for the body according to factors that affect the level of water needs and able to remind users to keep their daily needs. IoT-based *smart water dispensers* that can be integrated with android applications and cloud servers into a single system can be used to help solve these problems. The system has a knowledge base obtained from professionals to determine user water consumption. The system calculates the water consumption using the GPPAQ questionnaire and Estimated Energy Requirement (EER) formula. The base knowledge is implemented on Android applications, and this application can track the amount of water that has been consumed by the user. The test results show that the system can calculate the amount of water demand based on some factors such as the level of physical activity, age, and body weight. The water dispenser system has an accuracy of recording the amount of air released by 92.6%, so there is a difference in the calculation in the Android application to the amount of air that the user takes from the water dispenser.

Keywords: Smart Water Dispenser; Internet of Things; Mineral Water, Water Consumption Monitoring; Physical Activity Level

1. PENDAHULUAN

Peduli akan kesehatan adalah kewajiban setiap individu mengingat banyaknya jenis penyakit yang berkembang saat ini, salah satunya adalah dengan mencukupi kebutuhan air dalam tubuh. Kekurangan air dapat menyebabkan permasalahan kesehatan yang sangat serius, seperti meningkatnya resiko kerusakan ginjal [1]. Konsumsi air yang cukup dapat menjaga kesegaran dan kebugaran jasmani dalam memenuhi 70% bagian tubuh yang diketahui berbentuk cairan [2]. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Onepoll, dua pertiga dari mereka mengatakan terlalu sibuk untuk sekedar minum air, dan satu dari lima orang mengatakan bahwa tidak tahu berapa banyak air yang harus mereka konsumsi. Survey juga telah dilakukan kepada sejumlah mahasiswa Universitas Kristen Duta Wacana. Hasil survey memperlihatkan bahwa 23% mengaku bahwa mereka tidak mengetahui jumlah air yang mereka butuhkan per-harinya, 15,1% mengatakan hanya mengkonsumsi kurang dari satu liter air, dan sisanya 53,4% mengakui mengkonsumsi air lebih dari satu liter dan kurang dari dua liter per-harinya. Sedangkan menurut riset yang dipublikasikan oleh European Journal of Nutrition, 25% orang di Indonesia tidak memenuhi standar jumlah air yang harus dikonsumsi setiap harinya [3]. Untuk mengetahui tingkat kebutuhan air yang ideal bagi tubuh perlu melibatkan ahli gizi atau pakar kesehatan karena banyak faktor yang mempengaruhi tingkat kebutuhan air yang harus dikonsumsi setiap harinya, layaknya seperti atlet yang selalu harus selalu terawasi [4]. Tentu saja bila melibatkan atau berkonsultasi dengan pakar kesehatan memerlukan biaya yang tidak sedikit.

Penyelesaian tentang permasalahan kebutuhan air minum telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya, terutama pada pengembangan *automatic water dispenser*. Sebuah mesin yang dapat secara otomatis berhenti mengisi jika air pada gelas/ botol sudah hampir penuh [5]–[8]. Fathoni dkk. [8] berfokus pada penggunaan mesin water dispenser bagi pengguna tuna netra. Sehingga pengguna tuna netra tidak perlu khawatir jika gelas atau botol terisi air hingga luber. Secara umum, sensor yang digunakan ialah sensor ultrasonic untuk mendeteksi level ketinggian air pada gelas/ botol. Anuradha dkk. [7] meningkatkan kemampuan mesin tersebut agar dapat mengirimkan pemberitahuan kepada aplikasi android pengelola apabila air pada akan segera habis. Implementasi sistem ini didukung dengan adanya teknologi IoT saat ini dengan integrasi mesin dengan *cloud* dan aplikasi perangkat *mobile*, sehingga sistem yang dikembangkan dapat menyelesaikan permasalahan pada sisi pengelola mesin di tempat umum [9]. Optimalisasi kebutuhan daya listrik dari mesin juga menjadi fokus penelitian. Tujuannya ialah bagaimana mesin dapat menggunakan daya listrik sesuai kebutuhan sehingga penghematan penggunaan listrik dapat dilakukan, seperti pada penelitian Chen dkk. [10], Benny dkk. [11], dan Cheng dkk. [12].

Gagasan Internet of Things (IoT) telah diakui sebagai inovasi yang dapat meresap dalam kehidupan untuk memenuhi kebutuhan dan mempermudah pekerjaan. IoT menjadi salah satu teknologi yang mengoptimalkan alat dengan media sensor, radio frequency identification, wireless sensor network dan media cerdas lainnya yang memungkinkan pengguna dapat berinteraksi dengan semua peralatan yang terhubung dalam jaringan [13]. IoT dapat diterapkan pada peralatan rumah tangga [14], otomasi industri, infrastruktur perkotaan, dan sebagainya sebagai suatu sistem yang dapat membantu melakukan monitoring secara menyeluruh.

Penyelesaian permasalahan lainnya dari sisi pengguna sistem yaitu bagaimana sebuah *smart water dispenser* dapat mengetahui kebutuhan konsumsi air minum yang ideal dari penggunaannya dan dapat melakukan pencatatan jumlah air minum yang telah dikonsumsi di setiap harinya. Kebutuhan konsumsi air minum pengguna, dapat ditentukan melalui tingkat aktivitas fisik pengguna. Proses menentukan tingkat aktivitas fisik menurut Ainsworth [15] dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Pengukuran secara langsung dilakukan dengan menggunakan sensor gerakan seperti sensor accelerometer atau speedometer. Sedangkan pengukuran secara tidak langsung dilakukan dengan menggunakan *record* atau *logbooks* dan juga dapat dalam bentuk kuisioner, sehingga biaya yang dibutuhkan pada proses pengukuran tingkat aktivitas akan jauh lebih rendah dibandingkan dengan pengukuran secara langsung. Salah satu kuisioner yang dapat digunakan ialah kuisioner General Practice Physical Activity Questionnaire (GPPAQ) [16]. GPPAQ merupakan salah satu metode pengukuran tingkat aktivitas fisik yang awalnya didesain untuk dilakukan di praktek dokter terutama pada *primary care clinic* [17]. Kuisioner GPPAQ didesain sangat sederhana dikarenakan untuk pasien yang sedang menunggu antrian praktek dokter sebagai metode *screening* dan bukan untuk penilaian secara detail meskipun sudah memberikan hasil yang cukup reliable. Pemilihan kuisioner ini berdasarkan pada rendahnya tingkat kerumitan kuisioner. Hal ini dikarenakan kuisioner tersebut dapat digunakan oleh pengguna tidak hanya sekali melainkan setiap beberapa waktu secara berkala untuk meminimalisir adanya perubahan level aktivitas fisik yang terjadi pada pengguna, oleh karena itu pemilihan kuisioner yang mudah dipahami diharapkan meminimalisir kemungkinan terjadinya *drop-out* atau kurangnya minat pengguna dalam mengisi kuisioner. Meski demikian, GPPAQ hanya diperuntukan bagi pengguna berumur 16-74 tahun, dimana pada usia di luar 16-74 tahun dapat mempengaruhi validitas dari hasil kuisioner. Namun, Ahmad et.al [17] menyatakan bahwa GPPAQ memiliki validitas yang rendah pada pengguna atau responden berusia 60-74 tahun saat dibandingkan dengan pengukuran objektif menggunakan alat *accelerometry*. Berdasarkan hal tersebut, batasan usia pengguna pada penelitian ini adalah 16-60 tahun. Setelah tingkat aktivitas dapat diketahui berdasarkan kuisioner GPPAQ, maka perhitungan kebutuhan air yang ideal bagi tubuh dapat dilakukan dengan menghitung Estimated Energy Requirement (EER) atau estimasi kebutuhan kalori harian.

Sehingga pada penelitian ini mengembangkan sebuah sistem *smart water dispenser* sebagai alat bantu pengguna dalam memenuhi kebutuhan air minum hariannya. Konsep smart pada perangkat *smart water dispenser* berbasis IoT yang akan dibangun ini adalah perangkat mampu terintegrasi dengan aplikasi android dan cloud server menjadi satu kesatuan sistem untuk melakukan pengisian air secara otomatis tanpa perlu mengetahui batas kapasitas maksimal pada botol minum pengguna atau secara manual sesuai dengan keinginan pengguna. Sistem juga mampu menentukan tingkat kebutuhan air yang ideal bagi pengguna dengan mengimplementasikan basis pengetahuan yang diperoleh, dan mampu mengingatkan pengguna untuk mencukupi kebutuhan airnya. Tingkat aktivitas fisik ditentukan berdasarkan basis pengetahuan yang menggunakan kuisioner GPPAQ serta perhitungan Estimated Energy Requirement (ERR).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan sesuai pada Gambar 1 sebagai tahapan metodologi penelitian. Proses pelaksanaan penelitian dilakukan di lingkungan kampus Universitas Kristen Duta Wacana.

Gambar 1. Alur Metodologi Penelitian

2.1 Studi Literatur Pengukuran Kebutuhan Air Berdasarkan Tingkat Aktivitas Fisik

Proses studi literatur ini dilakukan untuk menggali lebih dalam bentuk solusi seperti apa yang tepat bagi penyelesaian permasalahan, target pengguna, serta bagaimana proses implementasi perancangan implementasi yang dapat dilakukan. Hal-hal yang perlu diperhatikan ialah proses penentuan kebutuhan konsumsi air minum pengguna berdasarkan tingkat aktivitas fisik dari pengguna. Metode perhitungan tingkat kebutuhan air bagi tubuh manusia seperti pada tahapan yang dijelaskan pada Gambar 2. Gambar 5

Gambar 2. Flowchart langkah-langkah perhitungan tingkat kebutuhan air bagi tubuh

Perhitungan tingkat aktivitas fisik melalui beberapa pertanyaan pada kuesioner seperti umur, jenis kelamin, berat badan, dan beberapa pertanyaan dari kuesioner GPPAQ. Jenis pertanyaan yang digunakan pada penelitian ini hanya pertanyaan mengenai aktivitas pekerjaan dan aktivitas fisik. Level aktivitas fisik atau *physical activity level* (PAL) hasil dari GPPAQ nantinya akan dibagi menjadi 4 kategori besar, yaitu inactive, moderately inactive, moderately active, dan active. Penjabaran mengenai masing-masing poinnya dapat diamati pada Gambar 3.

Inactive	Sedentary job and no physical exercise or cycling
Moderately inactive	Sedentary job and some but <1 hour physical exercise and/or cycling per week OR Standing job and no physical exercise or cycling
Moderately active	Sedentary job and 1–2.9 hours physical exercise and/or cycling per week OR Standing job and some but <1 hour physical exercise and/or cycling per week OR Physical job and no physical exercise or cycling
Active	Sedentary job and ≥3 hours physical exercise and/or cycling per week OR Standing job and 1–2.9 hours physical exercise and/or cycling per week OR Physical job and some but <1 hour physical exercise and/or cycling per week OR Heavy manual job

Gambar 3. Pembagian Tingkat Aktivitas Menurut GPPAQ

Cara menilai kuisisioner GPPAQ adalah dengan mengisi kolom pekerjaan dan aktivitas fisik khususnya hanya pertanyaan mengenai *physical exercise* dan *cycling*, kemudian penilaian menggunakan *occupation* pada Gambar 4.

Physical exercise and/or cycling (hr/wk)	Occupation			
	Sedentary	Standing	Physical	Heavy Manual
0	Inactive	Moderately Inactive	Moderately Active	Active
Some but <1	Moderately Inactive	Moderately Active	Active	Active
1–2.9	Moderately Active	Active	Active	Active
≥3	Active	Active	Active	Active

Gambar 4. Ringkasan cara menilai tingkat aktivitas menurut GPPAQ

Pertanyaan mengenai kecepatan berjalan atau intensitas berjalan responden pada bagian yang terpisah, karena pada durasi yang lebih dari 3 jam berjalan akan mempengaruhi tingkat aktivitas responden. Namun pertanyaan kecepatan berjalan atau *walking pace* pada kuisioner GPPAQ, tidak digunakan dikarenakan batasan tidak terlalu jelas dan dapat mengganggu validitas kuisioner. Berdasarkan hal tersebut, terdapat penilaian tambahan untuk menilai tingkat intensitas berjalan yang dapat dilihat pada

Ensure you assess the level of intensity of walking, you can use the following tool to assess intensity:	
0	breathing easily, conversation is easy
1	breathing lightly and talking easily but heart rate increases
2	still talking comfortably but breathing more quickly body warming up
3	breathing more deeply and harder, talking with a little more difficulty
4	breathing very hard and short of breath, cannot carry on a conversation
Light Activity 0-1 Moderate Activity 2-3 Vigorous Activity 4	
Patients should be hitting 2-3 for the walking to count towards their activity level	

Gambar 5. Penilaian tambahan intensitas berjalan

Gambar 5 adalah detail penilaian untuk menilai tingkat intensitas berjalan pengguna. Penilaian tersebut hanya akan diberikan terhadap pengguna bila diketahui hasil dari perhitungan tingkat aktivitas adalah *inactive* dan pengguna merasa sering berjalan kaki lebih dari 3 jam per minggu. Perbedaan nama level aktivitas tidak berarti bahwa kriteria penilaiannya tingkat aktivitas akan berbeda. Nama level tingkat aktivitas tetap menggunakan yang ada pada kuisioner GPPAQ. Kategori tingkat aktivitas pada penilaian tambahan *light activity* sama dengan kategori tingkat aktivitas *moderate inactive* yang ada pada kuisioner GPPAQ. Sedangkan *moderate activity* sama dengan *moderate active* dan *vigorous activity* sama dengan *active*. Hal tersebut, berdasarkan dari hasil analisis yang telah dilakukan oleh dr. Josephine Diony Nanda.

Setelah tingkat aktivitas dapat diketahui berdasarkan kuisioner GPPAQ, maka perhitungan kebutuhan air yang ideal bagi tubuh dapat dilakukan dengan menghitung Estimated Energy Requirement (EER) atau estimasi kebutuhan kalori harian. National Research Council USA menetapkan jumlah air yang dibutuhkan manusia per harinya yaitu 1mL air/kcal. Dalam penggunaannya, penelitian ini menggunakan 1mL air/kcal dikarenakan aktivitas fisik sudah dikelompokkan secara umum menggunakan kuisioner GPPAQ.

Setelah memperoleh data jenis aktivitas fisik dari responden, hal berikutnya yang dilakukan adalah melakukan penghitungan menggunakan rumus "Schofield and WHO energy-requirement equations". Rumus 1 memperlihatkan bagaimana cara menghitung EER:

$$EER = BMR \times PAL(constanta) \quad (1)$$

Keterangan:

EER: *Estimated Energi Requirement*

BMR: *Basal Metabolic Rate*

PAL (*constant*): *Physical Activity Level Constanta*

Penentuan nilai Basal Metabolic Rate (BMR) dihitung menggunakan Rumus 2.

$$BMR = \begin{cases} 15.1 \times weight(kg) + 692; \text{ jika } 18 \geq age \leq 29 \text{ dan } gender = men, \\ 11.5 \times weight(kg) + 873; \text{ jika } 30 \geq age \leq 59 \text{ dan } gender = men, \\ 11.9 \times weight(kg) + 700; \text{ jika } 60 \leq age \text{ dan } gender = men, \\ 14.8 \times weight(kg) + 487; \text{ jika } 18 \geq age \leq 29 \text{ dan } gender = women, \\ 8.3 \times weight(kg) + 846; \text{ jika } 30 \geq age \leq 59 \text{ dan } gender = women, \\ 11.9 \times weight(kg) + 687; \text{ jika } 60 \leq age \text{ dan } gender = women, \end{cases} \quad (2)$$

Keterangan:

BMR: *Basal Metabolic Rate*; Weight: Berat Badan; Age: Umur; Gender: Jenis Kelamin

Nilai konstanta dari setiap level tingkat aktivitas (*PAL Constanta*) diperoleh dengan mengacu pada Tabel 1. *PAL Constanta* dapat dilihat pada Tabel 1 dengan memasukan hasil perhitungan tingkat aktivitas fisik dari kuisioner GPPAQ ke dalam Tabel 1.

Tabel 1. Physical Activity Level (PAL) Constanta [12]

GPPAQ Result	PAL	Description	Men	Women
Inactive	Inactive	Assume sitting most of the day with less than 2 hours on their feet.	1.4	1.4
Moderate Inactive	Light	Assume some daily exercise – at work or tasks about the house or garden – with at least 2 hours on their feet.	1.5	1.5
Moderate Active	Moderate	Assume 6 hours on their feet or regular strenuous exercise	1.78	1.64

GPPAQ Result	PAL	Description	Men	Women
Active	Heavy	Those in heavy laboring jobs or serious athletes in training.	2.1	1.82

Setelah EER dapat diketahui, maka jumlah kebutuhan air yang dibutuhkan dapat dihitung sesuai dengan tetapan kebutuhan air yaitu 1mL/kcal energi. Contoh perhitungan tingkat kebutuhan air bagi tubuh dapat dengan menyusun sebuah skenario perhitungan. Langkah-langkah perhitungan tingkat kebutuhan air bagi tubuh dapat sesuai pada Gambar 2. Berdasarkan langkah-langkah tersebut, sebagai contoh maka dapat disusun sebuah skenario perhitungan. Seorang ibu berusia 32 tahun dengan berat badan 59kg dan telah menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kuisioner GPPAQ dengan jawaban yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Skenario jawaban kuisioner GPPAQ

Questions	Answer
Job-Related Questions	Mostly standing with no intense physical effort (e.g. shop assistance).
Weekly Physical Exercise-Related Questions	Less than 1 hour.
Cycling Routine-Related Questions	Less than 1 hour.

Berdasarkan Tabel 2, maka hasil dari perhitungan tingkat aktivitas fisik berdasarkan *occupation* (Gambar 3) kuisioner GPPAQ adalah *moderate active*. Setelah mengetahui tingkat aktivitas fisik, maka PAL *constant* yang diperlukan untuk menghitung EER untuk skenario tersebut adalah 1,64 berdasarkan pada Tabel 1. Perhitungan EER dengan menggunakan Rumus 1. Dari hasil perhitungan EER didapatkan hasil 2190,548 kcal. Berdasarkan *National Research Council USA*, kebutuhan air yang harus dikonsumsi dapat dikonversi dari kebutuhan kalori dengan penyetaraan sebesar 1,5mL/kcal energi. Sehingga kebutuhan air dari nilai EER yang didapat yaitu sebesar 3285,822 mL.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancangan Sistem

Sistem secara keseluruhan dirancang seperti pada Gambar 6. Sistem dibangun dari 2 komponen utama yaitu Cloud Server Google Firestore, Perangkat *Smart Water Dispenser*, dan Android Mobile Application.

Gambar 6. Arsitektur dan blok diagram sistem

Gambar 7. Rancangan bentuk perangkat smart water dispenser

Gambar 8. Halaman utama aplikasi android

Bagian pertama ialah perancangan cloud server. *Google cloud firebase* dipilih karena menyediakan layanan *rest api* dan *cloud server* yang dibutuhkan sistem pada sistem sistem dapat saling terintegrasi. Penyimpanan data dirancang sesuai dengan standar struktur data dari *Google Cloud Firebase* dapat dilihat pada Gambar 9. Rancangan penyimpanan data terbagi menjadi dua *collection* utama yaitu *collection users* dan *hardware*. *Collection users* akan digunakan untuk menyimpan data yang berkaitan dengan pengguna. *Users* memiliki *document* berupa *userId* yang berisi *field* *age*, *gender*, *weight*, dan *name*. *Collection users* juga memiliki tiga *nested collection* terdiri dari *dailyNeeds*, *notifyData*, dan *takeWater*. *Nested collection dailyNeeds* memiliki *document* *dateNow* berisi *field* *create-date*, *day-name*, *physical-activity*, *today-goal*, dan *today-intake*. *Nested collection notifyData* memiliki *document* *index* berisi *field* *hour*, *id*, dan *minute*. *Nested collection takeWater* memiliki *document* *dateNow* berisi *field* *date-today* dan memiliki *nested collection* *hours*. *Nested collection hours* memiliki *document* *timeNow* berisi *field* *hours* dan *intake-value*. *Collection hardware* memiliki *document* *vZumatKowSRwFq1iczmH* berisi *field* *bottle-status*, *current-mode*, *filling-status*, *intake-value*, *request-status*, dan *response-code*. *Collection* tersebut digunakan untuk menyimpan data interaksi dalam proses pengambilan air yang dilakukan pengguna pada *smart water dispenser* melalui aplikasi *android*.

Gambar 9. Rancangan penyimpanan data

Bagian kedua adalah perancangan perangkat *smart water dispenser* yang dilengkapi dengan bentuk-bentuk mekanisme yang bertujuan menjalankan fitur pengisian air secara otomatis pada botol. Bentuk perangkat *smart water dispenser* dapat dilihat pada Gambar 7 yang merupakan gambar tampak depan dan tampak belakang perancangan bentuk perangkat *smart water dispenser*. Bagian ketiga adalah perancangan antarmuka aplikasi *android*. Halaman *home_screen* sebagai halaman utama atau *landing page* pada aplikasi *android*. Gambar 8 adalah halaman *home_screen*. Halaman tersebut akan menampilkan informasi meliputi jumlah kebutuhan air harian, tingkat aktivitas harian, informasi proses dalam memenuhi kebutuhan air harian, dan menampilkan nama pengguna.

3.2 Hasil Implementasi Sistem

Tahapan yang dilakukan pada proses implementasi ialah proses pembangunan *smart water dispenser*. Fitur-fitur yang difokuskan pada perangkat ini ialah perangkat dapat berkomunikasi dan bertukar data dengan google firestore, perangkat juga dapat menentukan jumlah air yang dikeluarkan sesuai dengan besar botol air yang digunakan secara otomatis. Selain itu beberapa perangkat sensor dan pompa air yang harus diujicoba terlebih dahulu agar tingkat kepresisian dalam menghitung jumlah air yang dikeluarkan. Selanjutnya proses implementasi aplikasi *android* beserta struktur data pada Google Firestore. Proses implementasi pada akhirnya dari setiap bagian harus dijalankan secara bersamaan agar fungsionalitas sistem dapat berjalan dengan baik.

Gambar 10. Perangkat *smart water dispenser*

Implementasi sistem dibagi menjadi tiga bagian yang saling terintegrasi yaitu perangkat *smart water dispenser*, aplikasi *android*, dan *cloud server*. Implementasi perangkat *smart water dispenser* mulai dari proses *assembly* bentuk utama, proses *assembly* bentuk mekanisme pengisian air otomatis, dan proses *wiring installation* perangkat keras yang terdiri dari *microcontroller*, *sensor*, dan *actuator*. Gambar 10 adalah bentuk secara fisik perangkat *smart water dispenser*.

Implementasi aplikasi *android* mulai dari implementasi antarmuka aplikasi, implementasi metode perhitungan tingkat kebutuhan air dan implementasi *notification service*. Gambar 11a adalah halaman *input* pengguna untuk mengisi data diri yang dibutuhkan oleh sistem dalam proses perhitungan tingkat kebutuhan air. Gambar 11b adalah halaman *home_screen* aplikasi *android* yang juga sebagai *landing page*. Halaman tersebut menampilkan informasi seperti nama pengguna, jumlah kebutuhan air harian, tingkat aktivitas, progres pengguna dalam memenuhi kebutuhan air harian, dan terdapat tombol *take water* sebagai tombol untuk melakukan proses pengambilan air pada perangkat *smart water dispenser*. Kemudian implementasi metode perhitungan tingkat kebutuhan air yang telah dibahas pada Sub Bab A. Terdapat tiga kategori pertanyaan yaitu pertanyaan mengenai aktivitas pekerjaan, aktivitas fisik seperti olahraga, dan aktivitas bersepeda.

Gambar 12a adalah pertanyaan terkait aktivitas pekerjaan, Gambar 12b adalah pertanyaan terkait aktivitas fisik seperti olahraga, dan Gambar 12c adalah pertanyaan terkait aktivitas bersepeda pengguna. Dari ketiga pertanyaan tersebut akan diperoleh tingkat aktivitas fisik berdasarkan *occupation* dari GPPAQ. Tingkat aktivitas perlu ditentukan karena termasuk faktor penentu tingkat kebutuhan air harian. Setelah tingkat aktivitas dapat diketahui, perhitungan EER dapat dilakukan.

Gambar 11. (a) *Profile_screen* (b) *home_screen*

Gambar 12. (a) Jobquestion_screen (b) exerciseselection_screen (c) cyclingquestion_screen (d) activitylevel_screen

Gambar 13. Google cloud firestore console

Bagian ketiga adalah implementasi *cloud server* dan *REST API* dengan menggunakan layanan yang telah disediakan oleh *google cloud firebase*. *Google cloud firestore* digunakan sebagai *cloud server* untuk penyimpanan data pada sistem. Gambar 13 adalah tampilan *console* pada *google cloud firestore*.

REST API dibuat dengan menggunakan layanan *REST API* yang disediakan oleh *google cloud firebase*. *REST API URL* dibutuhkan perangkat *smart water dispenser* agar *microcontroller* dapat terintegrasi dengan *cloud server*. Gambar 14 adalah hasil dari pembuatan *REST API URL* yang berisi data dengan format *JSON*. Untuk mendapatkan data *JSON* pada *REST API URL*, *microcontroller* menggunakan method *GET*, sedangkan untuk memperbarui data menggunakan method *PATCH* pada *http request*.

Gambar 14. REST API URL

3.3 Pengujian dan Pembahasan Fungsionalitas Perangkat *Smart Water Dispenser*

Proses pengujian dilakukan terhadap fungsionalitas perangkat *smart water dispenser* serta aplikasi android yang digunakan oleh pengguna. Pengujian fungsionalitas dari perangkat *smart water dispenser* dilakukan dengan menggunakan *system checking checklist*. Sedangkan Pengujian sistem kepada pengguna (*usability testing*) menggunakan metode *cognitive walkthrough* yang memungkinkan pengguna untuk mempelajari tugas-tugas dalam sistem. Metode ini melakukan pengamatan dan pengujian secara langsung kepada pengguna yang ditargetkan bertindak sebagai subjek uji. Proses pengujian ini menggunakan 3 orang pengguna dengan rentang umur 20 – 30 tahun. Pengguna akan diberikan beberapa tugas dalam penggunaan sistem ini, baik dari sisi aplikasi android, maupun penggunaan *smart water dispenser*. Proses pengamatan dan checklist dilakukan dalam melihat keberhasilan pengguna dalam menggunakan sistem ini. Terbatasnya jumlah pengguna pada pengujian ini dikarenakan pengujian dilakukan hanya pada uji fungsionalitas setiap komponen dan bekerja dengan baik.

Pengujian dilakukan dengan menguji setiap komponen fungsionalitas perangkat *smart water dispenser* berdasarkan *system testing checklist*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 4 botol uji yang memiliki dimensi yang berbeda. Tabel 4 adalah hasil dari pengujian dengan menggunakan *system testing checklist* memperlihatkan bahwa fungsionalitas perangkat *smart water dispenser* sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan, namun terdapat catatan perbaikan yang diperlukan agar fungsionalitas dapat bekerja lebih baik. *Linear motion track* pada *dynamic mechanism* memerlukan perbaikan dengan mengganti *linear motion track* yang lebih presisi sehingga pergerakan mekanisme menjadi lebih lancar karena berat dari bentuk *dynamic mechanism* dapat menghambat pergerakan mekanisme jika *linear motion track* tidak presisi yang menyebabkan *overheat* pada *stepper motor* karena kinerja *stepper motor* menjadi lebih berat. Untuk mengatasi *overheat* diperlukan *cut-off voltage* yang berfungsi untuk membatasi kinerja *stepper motor* ketika terjadi *overheat*.

Tabel 4. System testing checklist

No.	System Testing Checkpoint	Yes/No	Details	No.	System Testing Checkpoint	Yes/No	Details
1	Apakah <i>recenter mechanism</i> dapat berjalan dengan baik?	Yes	Keterangan: Tahapan perubahan posisi <i>recenter mechanism</i> sesuai dengan yang diharapkan. Posisi <i>open-state</i> dan <i>close-state</i> dijalankan dengan baik sehingga botol menjadi pada posisi titik tengah area penempatan sehingga <i>task</i> selanjutnya dapat dijalankan. Catatan perbaikan: Tidak ada.	4	Apakah proses pengisian air dapat berjalan dengan baik?	Yes	Keterangan: Pengisian air berjalan dengan baik. Proses deteksi batas maksimal kapasitas air dalam botol berhasil dijalankan. Tidak ada air yang tumpah. <i>Task</i> selanjutnya dapat dijalankan. Catatan perbaikan: Tidak ada.
2	Apakah <i>ultrasonic sensor</i> dapat mendeteksi botol dengan baik?	Yes	Keterangan: Proses deteksi dapat berjalan, setiap botol uji terdeteksi dengan baik. Catatan perbaikan: Tidak ada.	5	Apakah <i>microcontroller</i> dapat melakukan proses <i>listening</i> pada <i>google cloud firestore</i> ?	Yes	Keterangan: <i>Microcontroller</i> dapat membaca perubahan data pada <i>cloud firestore database</i> sehingga <i>microcontroller</i> dapat mengetahui adanya <i>request</i> . Catatan perbaikan: Tidak ada.
3	Apakah <i>dynamic mechanism</i> dapat berjalan dengan baik?	Yes	Keterangan: <i>Dynamic mechanism</i> dapat bekerja dengan baik. Proses deteksi batas atas botol berhasil dijalankan. <i>Task</i> selanjutnya dapat dijalankan. Catatan perbaikan: Perbaikan minor, <i>linear motion track</i> perlu diganti dengan yang lebih presisi agar berat beban dari bentuk <i>dynamic mechanism</i> tidak memperberat kinerja dari <i>stepper motor</i> yang menyebabkan <i>overheat</i> . <i>Cut-off voltage</i> perlu diimplementasikan untuk mengatasi	6	Apakah <i>microcontroller</i> dapat melakukan proses <i>publishing</i> pada <i>google cloud firestore</i> ?	Yes	Keterangan: <i>Microcontroller</i> dapat mengirimkan atau <i>update</i> data pada <i>cloud firestore database</i> . Catatan perbaikan: Tidak ada.
				7	Apakah <i>water flow sensor</i> dapat melakukan perhitungan jumlah air?	Yes	Keterangan: <i>Water flow sensor</i> dapat menghitung jumlah air yang dikeluarkan pada saat proses pengisian air. Catatan perbaikan: Tidak ada.

3.4 Analisis dan Pengujian Tingkat Presisi Water Flow Sensor

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan jumlah air pada *water flow sensor* dengan jumlah aktual air yang diukur dengan menggunakan gelas ukur. Tabel 5 memperlihatkan perbedaan data antara perhitungan pada *water flow sensor* dan jumlah aktual air. Dari hasil tersebut, rata-rata tingkat presisi adalah 92,6%. Perbedaan data tidak begitu signifikan, namun akan berbeda ketika hasil perhitungan *water flow sensor* digunakan sebagai data *intake record* pengguna. Perbedaan perhitungan akan menjadi sangat signifikan dan hal

tersebut dapat mempengaruhi validitas data *progress* pengguna dalam mencukupi kebutuhan air yang dibutuhkan.

Tabel 5. Pengujian tingkat presisi water flow sensor

<i>Water Flow Sensor</i>	Jumlah Aktual Air	Tingkat Presisi
100mL	100mL	100%
150mL	170mL	88,2%
200mL	210mL	90,9%
250mL	270mL	89,3%
300mL	320mL	92,3%
400mL	450mL	94,6%
450mL	490mL	90,9%
500mL	540mL	91,8%

3.5 Analisis dan Pengujian Perhitungan Tingkat Kebutuhan Air

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan tingkat kebutuhan air dengan menggunakan data uji. Berdasarkan Tabel 6 dapat diamati bahwa tidak ada perbedaan antara perhitungan sistem dan manual. Berdasarkan hal tersebut, maka implementasi metode perhitungan tingkat kebutuhan air berhasil dilakukan dengan baik. Tabel 6 dapat diamati perbedaan yang signifikan pada data uji. Data uji nomor 1 dan nomor 22 sebagai contoh perbedaan yang sangat signifikan. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan tingkat aktivitas, umur, berat badan, dan jenis kelamin.

Tabel 6. Perhitungan tingkat kebutuhan air

No. Data Uji	Tingkat Aktivitas Fisik	Perhitungan Sistem	Perhitungan Manual
1	Active	3863 mL	3863 mL
2	Inactive	2494 mL	2494 mL
3	Moderate Active	2871 mL	2871 mL
4	Active	2287 mL	2287 mL
5	Inactive	1635 mL	1635 mL
6	Moderate Inactive	2063 mL	2063

3.4 Analisis dan Pengujian Keseluruhan Sistem

Tabel 7. Pertanyaan pada cognitive walkthrough

<i>Id</i>	<i>Question</i>
Q1	Berdasarkan informasi yang tersedia apakah pengguna mengerti bagaimana memulai <i>task</i> ?
Q2	Berdasarkan respon dari sistem, apakah pengguna mengerti bahwa telah melakukan hal yang benar dalam menjalankan <i>task</i> dan mengerti bahwa pengguna membuat kemajuan <i>progress</i> terhadap tujuan dari <i>task</i> yang ingin dicapai?
Q3	Apakah pengguna mampu menyelesaikan <i>task</i> ?

Tabel 8. Cognitive walkthrough task list

<i>Task</i>	Q1	Q2	Q3
Pendaftaran Akun & data diri			
Membuat daftar notifikasi pertama			
Menjawab kuisioner			
Ambil Air Mode Otomatis			
Ambil Air Mode Manual			
Mengatur ulang daftar notifikasi setelah halaman home ditampilkan			

Cognitive walkthrough bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pada sistem yang dapat terjadi berdasarkan pertanyaan dan *task* pada Tabel 7 dan tabel 8. *Cognitive walkthrough* dilakukan dengan menguji pada 3 responden dan mengamati proses pengguna dalam menyelesaikan setiap *task*. Pada pengujian ini, jumlah minimal responden tidak ditentukan karena pengujian dilakukan secara *deep observation* atau pengamatan

mendalam pada setiap responden ketika menjalankan *task*, namun kriteria responden ditentukan pada pengujian ini. Kriteria responden adalah responden yang belum pernah menggunakan sistem dan memiliki kemampuan berbahasa Inggris karena sistem dibangun versi bahasa Inggris.

Analisis dari hasil pengujian keseluruhan sistem dengan menggunakan metode *cognitive walkthrough* pada tiga responden adalah sebagai berikut:

1. Setiap responden dapat menyelesaikan *task* pendaftaran akun dengan baik.
2. Pada *task* membuat daftar notifikasi, responden 1 memerlukan informasi tambahan untuk memahami tombol mana yang berfungsi untuk membuat daftar notifikasi dengan bertanya pada *observer*, sedangkan responden 2 tidak dapat menyelesaikan *task* tersebut karena tombol “+” dan tombol “Next” pada antarmuka *createfirstnotify_screen* membingungkan pengguna. Responden 3 dapat menjalankan *task* dengan baik.
3. Setiap responden dapat menyelesaikan *task* menjawab kuis dengan baik.
4. Setiap responden dapat menyelesaikan *task* pengambilan air otomatis dengan baik.
5. Instruksi pada ambil air mode manual tidak jelas. 2 responden tidak dapat menyelesaikan
6. *Task* mengatur ulang daftar notifikasi setelah halaman *home_screen* ditampilkan dapat diselesaikan oleh setiap responden dengan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat *smart water dispenser* berhasil mengimplementasikan teknologi *internet of things* berdasarkan pada hasil pengujian fungsionalitas perangkat menggunakan *system testing checklist*. Basis pengetahuan perhitungan tingkat kebutuhan air juga dapat diimplementasikan pada sistem. Sistem *smart water dispenser* dapat membantu pengguna dalam proses memenuhi kebutuhan air dengan memberikan informasi jumlah air yang telah pengguna konsumsi dari perangkat *smart water dispenser* serta dapat memberikan pemberitahuan jika pengguna lupa mengonsumsi air dalam jeda waktu yang lama. Sistem masih memiliki beberapa kekurangan yaitu tingkat presisi dari perhitungan jumlah air pada *water flow sensor* hanya 92,6%, sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi proses pengguna dalam mencukupi kebutuhan air yang dibutuhkan. Di sisi lain, permasalahan tingkat kepresisian dari *water flow sensor* memungkinkan untuk diatasi dengan mengatur ulang *calibration factor* dan menerapkan *linear regression* pada perhitungan *water flow sensor*. Fitur mode manual dalam pengambilan air pada perangkat *smart water dispenser* sulit untuk dipahami pengguna. Hal tersebut terjadi karena informasi petunjuk tidak direpresentasikan dalam bentuk grafis, sehingga pengguna susah untuk memahami maksud dari instruksi tersebut.

REFERENCES

- [1] W. F. Clark *et al.*, “The chronic kidney disease water intake trial: Protocol of a randomized controlled trial,” *Can. J. Kidney Heal. Dis.*, vol. 4, pp. 1–11, 2017.
- [2] G. Aphamis, P. S. Stavrinou, E. Andreou, and C. D. Giannaki, “Hydration status, total water intake and subjective feelings of adolescents living in a hot environment, during a typical school day,” *Int. J. Adolesc. Med. Health*, Apr. 2019.
- [3] J. D. Stookey and J. König, “Describing water intake in six countries: results of Liq.In7 surveys, 2015–2018,” *Eur. J. Nutr.*, vol. 57, no. Suppl 3, pp. 35–42, Jun. 2018.
- [4] T. Maelani and W. H. Cahyati, “Higeia Journal of Public Health,” *Higeia J. Public Heal. Res. Dev.*, vol. 1, no. 3, pp. 84–94, 2018.
- [5] Y. Yen, Z. Chou, M. Hou, and X. Wang, “The design of intelligent water supply device based on MCU,” in *ICEIEC 2015 - Proceedings of 2015 IEEE 5th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication*, 2015, pp. 388–391.
- [6] R. L. Singgeta and R. Rumondor, “RANCANG BANGUN DISPENSER OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA2560,” *J. Ilm. Realt.*, vol. 14, no. 1, pp. 31–36, Apr. 2018.
- [7] A. T. S. Jadhav, and S. Mahamani, “Smart Water Dispenser and Monitoring Water Level in IoT and Android Environment,” *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, vol. 7, no. 5, pp. 810–814, 2019.
- [8] A. N. Fathoni, N. Hudallah, R. D. M. Putri, K. Khotimah, T. Rijanto, and M. Ma’Arif, “Design Automatic Dispenser for Blind People based on Arduino Mega using DS18B20 Temperature Sensor,” in *Proceeding - 2020 3rd International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering: Strengthening the framework of Society 5.0 through Innovations in Education, Electrical, Engineering and Informatics Engineering, ICVEE 2020*, 2020.
- [9] A. L. Madana and L. Sadath, “IoT Applications in Automated Water Level Detections,” in *Proceedings of International Conference on Intelligent Engineering and Management, ICIEM 2020*, 2020, pp. 401–407.
- [10] Z. Chen and Y. He, “A smart power saver based on composite switch and self-learning fuzzy control for drinking water dispenser,” in *2016 IEEE International Conference on Power and Renewable Energy, ICPRE 2016*, 2017, pp. 275–278.
- [11] Benny dkk., ““SMART DISPENSER” Dispenser Pintar Dengan Pengontrol Suhu Dan Penghemat Energi,” *POLITEKNOLOGI VOL. 14 No. 2 MEI 2015.*, vol. 14, no. 2, 2015.

- [12] W. Z. Cheng, R. G. Cheng, and S. Y. Chou, "Power-saving for IoT-enabled water dispenser system," *2019 42nd Int. Conf. Telecommun. Signal Process. TSP 2019*, pp. 736–739, 2019.
- [13] F. Khair, "Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya : Review," *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. IV, no. 3, pp. 62–66, 2015.
- [14] S. Somantri, I. Yustiana, and A. Nugraha, "Electrical Consumption Monitoring and Controlling System Based on IoT and Mobile Application," in *7th International Conference on ICT for Smart Society: AIoT for Smart Society, ICISS 2020 - Proceeding*, 2020.
- [15] B. E. Ainsworth, "How do i measure physical activity in my patients? Questionnaires and objective methods," *British Journal of Sports Medicine*, vol. 43, no. 1. Br J Sports Med, pp. 6–9, Jan-2009.
- [16] D. M. Sesar, F. Fakhrurrazy, and R. Panghiyangani, "Hubungan Tingkat Aktivitas Fisik dengan Fungsi Kognitif pada Lansia di Panti Sosial Tresna Wredha Kalimantan Selatan," *Mutiara Med. J. Kedokt. dan Kesehat.*, vol. 19, no. 1, pp. 27–31, 2019.
- [17] S. Ahmad *et al.*, "Evaluation of reliability and validity of the General Practice Physical Activity Questionnaire (GPPAQ) in 60-74 year old primary care patients Service organization, utilization, and delivery of care," *BMC Fam. Pract.*, vol. 16, no. 1, Sep. 2015.