

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian Nidar Nadrotan Naim dan Imam Taufiqurrahman pada tahun 2020 yang berjudul “Sistem Monitoring Pemakaian Debit Air Konsumen di Perusahaan Daerah Air Minum Secara *Real Time* Berbasis Arduino Uno” merancang suatu sistem monitoring untuk memantau pemakaian air pelanggan secara *real time* menggunakan sensor *water flow*, *buzzer*, RTC, arduino uno dan *webserver thingspeak* untuk pengiriman datanya dengan *power supply* berupa baterai tanpa *charger* dari solar *cell*. Sistem monitoring tersebut menampilkan data waktu dan volume secara digital pada LCD dan *web server* [4].

Penelitian Dewi Lestari dan Yaddarabullah pada tahun 2018 dengan penelitiannya yang berjudul “Perancangan Alat Pembacaan Meter Air PDAM Menggunakan Arduino Uno” memaparkan hasil penelitian bahwa alat pembacaan meter air PDAM yang telah dirancang memiliki pengujian nilai volume dengan *accuracy* sebesar 95,6% - 96,8% dan pengujian debit air dengan *accuracy* sebesar 95,6%. Alat pembacaan meter air PDAM tersebut menggunakan sensor *water flow* untuk membaca aliran air dan arduino uno sebagai penginputan dan pengoutputan datanya [5].

Selanjutnya penelitian Rifki Zakaria, Nanak Zakaria, dan M. Taufik pada tahun 2019 yang berjudul “Rancang Bangun *Prototype* Sistem Monitoring Aliran Air Pada Pipa Air Berbasis Android” merancang suatu sistem monitoring aliran air berbasis android dengan menggunakan sensor *water flow* YF-S201. Sistem monitoring yang dirancang dapat digunakan untuk pembacaan sensor, memproses data sensor dan mengirimkannya ke *firebase* sehingga dapat diterima oleh *user* melalui aplikasi sistem monitoring yang telah dibuat dan dapat digunakan untuk monitoring aliran air pada pipa secara *real time* [6].

Sedangkan pada penelitian Dwi Putra, Arief Budijanto, dan Bambang Widjanarko pada tahun 2018 dengan judul “Sistem Monitoring pemakaian Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis *Smartphone* Android” merancang suatu sistem *monitoring* yang

digunakan untuk mengetahui debit air dan biaya pemakaian air secara *real time*. Pada sistem monitoring tersebut menggunakan sensor *water flow meter*, LCD, Arduino Nano, dan NodeMCU yang dapat menampilkan data melalui LCD dan android. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa alat mampu mengirimkan data pengukuran air, *flowrate* dan biaya ke *database firebase* dan ditampilkan ke android melalui modul *Wi-Fi* [1].

Pada penelitian Waworundeng pada tahun 2019 dengan judul “*E-Water System Prototipe Pemantauan Debit Air Berbasis Android*” merancang sistem pemantauan debit air dan perhitungan biaya pemakaian air berbasis android. Perancangan alat menggunakan mikrokontroler arduino uno R3, HC-05 *bluetooth* modul, dan sensor *water flow*. Sedangkan perancangan sistem menggunakan MIT *App Inventor*, *firebase*, dan *prototyping* model. Hasil penelitian tersebut berupa *E-water system* yang ter-*install* pada *smartphone* dapat menampilkan informasi total pemakaian air dan biaya yang harus dibayar lewat *E-Water App* [7].

Tabel 2.1 Kajian Pustaka Penelitian Terdahulu

| No. | Jurnal | Keterangan |
|-----|---|--|
| 1. | Nidar Nadrotan Naim dan Imam Taufiqurrahman, “Sistem Monitoring Pemakaian Debit Air Konsumen di Perusahaan Daerah Air Minum Secara Real Time Berbasis Arduino Uno”, 2020. | Merancang suatu sistem monitoring untuk memantau pemakaian air pelanggan secara <i>real time</i> . Sistem monitoring yang dirancang tersebut menampilkan data waktu dan volume secara digital pada LCD dan <i>web server</i> . |
| 2. | Dewi Lestari dan Yaddarabullah, “Perancangan Alat Pembacaan Meter Air PDAM Menggunakan Arduino Uno”, 2018 | Memaparkan hasil penelitian bahwa alat pembacaan meter air PDAM yang telah dirancang memiliki pengujian nilai volume dengan <i>accuracy</i> sebesar 95,6% - 96,8% dan pengujian debit air dengan |

| No. | Jurnal | Keterangan |
|-----|--|--|
| | | <i>accuracy</i> sebesar 95,6%. |
| 3. | Rifki Zakaria, Nanak Zakaria, dan M. Taufik “Rancang Bangun <i>Prototype</i> Sistem <i>Monitoring</i> Aliran Air Pada Pipa Air Berbasis Android”, 2019 | Merancang suatu sistem <i>monitoring</i> aliran air yang digunakan untuk digunakan untuk <i>monitoring</i> aliran air pada pipa secara <i>real time</i> melalui aplikasi sistem <i>monitoring</i> yang dibuat. |
| 4. | Dwi Putra, Arief Budijanto, dan Bambang Widjanarko “Sistem <i>Monitoring</i> Pemakaian Air PDAM Pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis <i>Smartphone</i> ANDROID”, 2018 | Hasil dari penelitian tersebut berupa alat yang mampu mengirimkan data pengukuran air, <i>flowrate</i> dan biaya ke <i>database firebase</i> dan ditampilkan ke android melalui modul <i>Wi-Fi</i> . |
| 5. | Waworundeng, Marchel, Frans, dan Regita Maria “E-Water System <i>Prototipe</i> Pemantauan Debit Air Berbasis Android”, 2019 | Hasil penelitian berupa <i>E-water system</i> yang ter-install pada <i>smartphone</i> dapat menampilkan informasi total pemakaian air dan biaya yang harus dibayar melalui <i>E-Water App</i> . |

2.2 DASAR TEORI

Pada dasar teori ini dibahas mengenai PDAM, meter air PDAM, tarif air PDAM, *Smartphone*, NodeMCU ESP8266, Sensor *Water Flow* YF-S201, RTC DS3231, LCD 20X4, MIT *App Inventor*, *Google Firebase*, *Quality of Services*.

2.1.1 PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum)

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan badan usaha milik daerah yang termasuk dalam kategori penyelenggaraan pelayanan yang bersifat *profit*. PDAM mempunyai tugas untuk memberikan pelayanan air bersih kepada

warga masyarakat pada suatu daerah. PDAM sebagai salah satu instansi pemerintah yang berbentuk BUMD memiliki jenis pelayanan yang termasuk dalam kelompok pelayanan barang yaitu pelayanan yang menghasilkan berbagai bentuk atau jenis barang dalam hal penyediaan air bersih [4]. Air yang disalurkan oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) ke rumah-rumah penduduk biasanya berasal dari pegunungan yang mengalir ke sungai kemudian ditampung terlebih dahulu di bak-bak penampungan (*reservoir*) kemudian disaring dan di distribusikan ke rumah-rumah pelanggan [2].

2.1.2 Meter Air PDAM

Meter air merupakan alat untuk mengukur banyaknya aliran air secara terus menerus melalui sistem kerja peralatan yang dilengkapi dengan *unit* sensor, *unit* penghitung, dan *unit* indikator pengukur untuk menyatakan volume air yang lewat. Sehingga meter air merupakan alat yang digunakan untuk menghitung volume air yang didistribusikan oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) ke pelanggan, sehingga dapat ditentukan jumlah biaya yang harus dibayar [4]. Meter air PDAM ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Meter Air PDAM [4]

2.1.3 Tarif Air PDAM

Berdasarkan Peraturan Bupati Banyumas Nomor 500/1416/Tahun 2019 tanggal 26 Desember 2019 tentang Penetapan Tarif Air Minum Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Satria (PERUMDAM TIRTA SATRIA) [8]. Tabel tarif PDAM ditunjukkan pada tabel 2.2 .

Tabel 2.2 Tarif PDAM TIRTA SATRIA [8]

| Kriteria Pelanggan | Volume Air (M³) | Tarif Air Rp /M³ |
|---|---------------------------------------|--|
| Kelompok Pelanggan II | 1-10 | 2.250 |
| Rumah Tangga B1 dengan kriteria sebagai berikut : | 11-20 | 3.200 |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Luas bangunan : > 45 m² s.d < 70 m² 2. Jenis lantai : Keramik 3. Dinding : Tembok 4. Plafon : Kayu/Triplek 5. Atap : genteng pres/motif 6. Daya listrik : > 900 s.d 1300 watt 7. Jumlah lantai : 2 lantai (bertingkat sebagian) 8. Jalan masuk : >2m s.d 4m | >20 | 5.300 |

Berikut ini adalah contoh perhitungan pembayaran tarif air PDAM golongan rumah tangga B1.

- a. Volume pemakaian 0-10 m³

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 10 \times \text{Rp } 2.250 \\ &= \text{Rp } 22.500 \end{aligned}$$

- b. Volume pemakaian 15 m³

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= (10 \times \text{Rp } 2.250) + ((\text{Volume pemakaian}-10) \times \text{Rp } 3.200) \\ &= \text{Rp } 22.500 + ((15-10) \times \text{Rp } 3.200) \\ &= \text{Rp } 22.500 + (5 \times \text{Rp } 3.200) \\ &= \text{Rp } 22.500 + \text{Rp } 16.000 \\ &= \text{Rp } 38.500 \end{aligned}$$

- c. Volume pemakaian 25 m³

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= (10 \times \text{Rp } 2.250) + (10 \times \text{Rp } 3.200) + ((\text{Volume pemakaian}-20) \times \\ &\quad \text{Rp } 5.300) \\ &= \text{Rp } 22.500 + \text{Rp } 32.000 + ((25-20) \times \text{Rp } 5.300) \\ &= \text{Rp } 22.500 + \text{Rp } 32.000 + 26.500 \\ &= \text{Rp } 81.000 \end{aligned}$$

2.1.4 *Smartphone*

Smartphone merupakan sebuah telepon genggam pintar yang dilengkapi dengan fitur yang mutakhir dan berkemampuan tinggi layaknya sebuah komputer. Pada *smartphone* terdapat *Operating System* (OS) agar *smartphone* dapat bekerja sebagaimana mestinya seperti iOS, Android, *Windows Phone*, Blackberry, dan OS lainnya. Namun, dari sekian banyak OS *smartphone*, *smartphone* Android lah yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Pada sebuah *smartphone* dilengkapi berbagai fitur canggih untuk berbagai keperluan seperti *telephone*, SMS, *camera*, internet, *ebook viewer*, *editing document*, dan lain-lain [9].

2.1.5 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah papan elektronik berbasis *chip* ESP8266 dengan kemampuan untuk melakukan fungsi mikrokontroler dan koneksi internet. Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi *monitoring* maupun *controlling* pada proyek IOT. Bentuk fisik dari NodeMCU ESP8266 terdapat *port* USB (mini USB) sehingga akan memudahkan dalam pemrogramannya. NodeMCU merupakan turunan pengembangan dari modul *platform* IoT (*Internet of Things*) ESP 8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan *platform* modul Arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “*Connectec to Internet*” [10]. NodeMCU dapat ditunjukkan pada gambar 2.2.



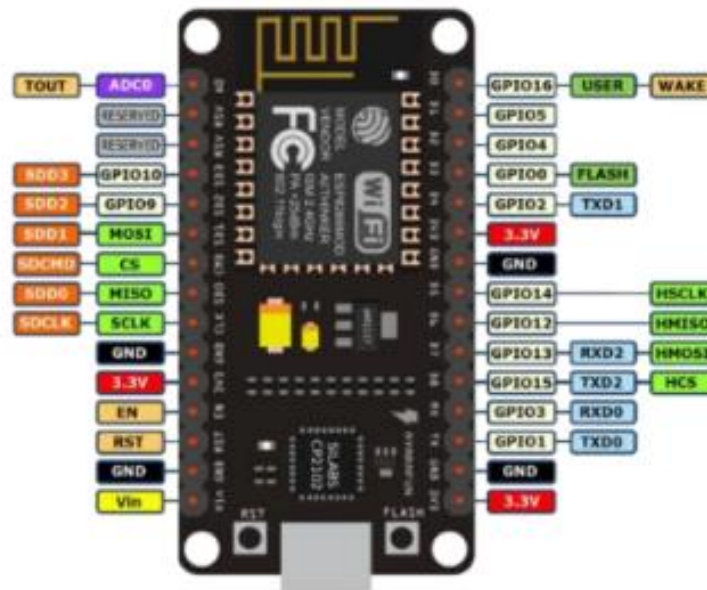
Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266 [11]

NodeMCU dilengkapi dengan 4MB *flash memory* untuk memprogram dan menyimpan data. Kapasitas tersebut cukup untuk menyimpan *string* yang banyak untuk kebutuhan halaman *web*, JSON/XML data, dan apapun yang dapat dikirimkan oleh perangkat IoT yang ada pada saat ini. ESP8266 terintegrasi

dengan 802.11b/g/n HT40 *Wi-Fi transceiver*, sehingga tidak hanya dapat tersambung ke jaringan *WiFi* dan berinteraksi dengan internet, namun dapat digunakan sebagai penyedia jaringan dimana *device* dapat terkoneksi secara langsung [12].

Tabel 2.3 Spesifikasi NodeMCU ESP8266 [13]

| Spesifikasi | NodeMCU |
|--------------------------------|---|
| Mikrokontroler | Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106 |
| Tegangan Operasi | 3.3 V |
| Tegangan Input | 7-12 V |
| Digital I/O Pins (DIO) | 16 |
| Analog <i>Input</i> Pins (ADC) | 1 |
| UARTs | 1 |
| SPIs | 1 |
| <i>WiFi</i> | 802.11b/g/n |
| <i>Flash Memory</i> | 4 MB |
| Frekuensi | 2.4 GHz – 22.5 GHz |
| SRAM | 64 KB |
| <i>Clock Speed</i> | 80 MHz |



Gambar 2.3 NodeMCU ESP8266 PinOut [1]

Tabel 2.4 Keterangan Fungsi Pin Bagian *Board* NodeMCU [13]

| Pin | Fungsi | PinOut |
|---------|--|---|
| Power | Terdapat empat pin sumber <i>power</i> yaitu satu VIN dan tiga pin 3.3V. VIN digunakan secara langsung sebagai <i>power</i> supply ESP8266. Sedangkan pin 3.3V digunakan untuk menyuplai <i>power</i> ke komponen eksternal. | 3V3 dan VIN |
| GND | Pin <i>ground</i> dari papan sirkuit NodeMCU | GND |
| 12C | Digunakan untuk menyambungkan jenis sensor dan <i>peripheral</i> yang membutuhkan koneksi 12C | GPIO4 dan GPIO5 |
| GPIO | NodeMCU memiliki 17 pin GPIO yang memiliki fungsi berbeda-beda seperti 12C, 12S, UART, PWM, IR <i>Remote</i> Kontrol, dan LED | GPIO1 s/d GPIO16 |
| UART | NodeMCU memiliki 2 <i>interface</i> UART yaitu UART0 dan UART1 yang memiliki komunikasi <i>asynchronous</i> (RS232 dan RS485) dan dapat berkomunikasi hingga 4.5 MBps. | UART0 (TXD0, RXD0, RST0, CTS0) dan UART1 (TXD1) |
| Control | Digunakan untuk mengontrol ESP8266. Pin <i>control</i> memiliki <i>Chip Enable</i> pin (EN), Reset pin (RST), dan WAKE pin. | EN, RST, dan WAKE |
| SPI | ESP8266 memiliki dua fitur SPI (SPI dan HSPI) pada mode <i>slave</i> dan master. | GPIO12, GPIO13, GPIO14, dan GPIO15 |

2.1.6 Water Flow Sensor YF-S201

Water flow sensor YF-S201 merupakan sensor berbasis *hall effect* yang dapat digunakan untuk mendeteksi aliran air hingga 30 liter/menit (1.800 L/hour). *Water flow* sensor tersebut dapat digunakan dalam pengendalian aliran air pada sistem distribusi air, sistem pendinginan berbasis air, dan aplikasi lainnya yang

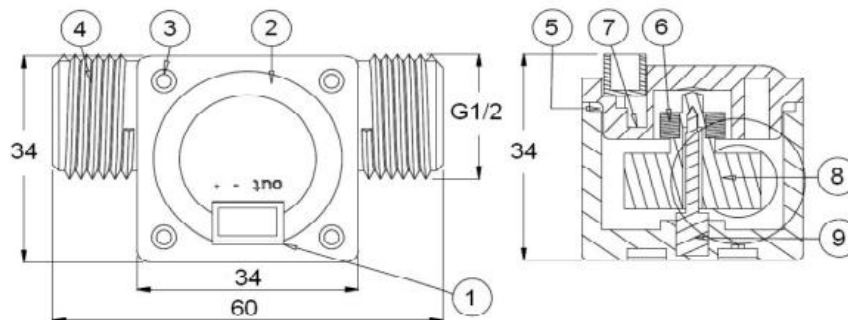
membutuhkan pengecekan terhadap aliran air yang dialirkan [6]. *Water flow* sensor YF-S201 dapat ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.4 *Sensor Water Flow YF-S201* [2]

Tabel 2.5 *Spesifikasi Sensor Water Flow YF-S201* [14]

| Spesifikasi | Sensor <i>Water Flow</i> YF-S201 |
|----------------------|----------------------------------|
| Tegangan Operasional | 4,5V-24V DC |
| Tekanan Maksimal | $\leq 1,75$ MPa |
| Kapasitas | 1-30 L/min |
| Kelembaban | 35% ~ 90% RH |
| Suhu Operasi | $\leq 80^{\circ}\text{C}$ |
| Diameter Luar | 20 mm |
| Diameter Masuk | 9 mm |



Gambar 2.5 *Datasheet Sensor Water Flow YF-S201* [14]

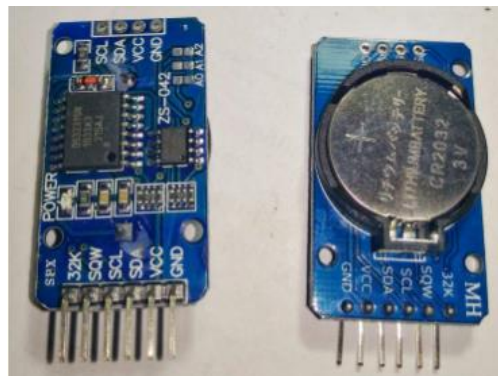
Tabel 2.6 *Keterangan Datasheet Sensor Water Flow YF-S201* [14]

| No | Keterangan |
|----|---------------|
| 1. | Wire |
| 2. | Bonnet |
| 3. | Sekrup |
| 4. | Badan Katup |
| 5. | Tekanan Katup |

| No | Keterangan |
|----|---------------------|
| 6. | Magnet |
| 7. | <i>Hall</i> |
| 8. | <i>Impeller</i> |
| 9. | <i>Steel Sharft</i> |

2.1.7 RTC DS3231

RTC (*Real Time Clock*) merupakan suatu IC yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal. RTC DS3231 merupakan *Real Time Clock* yang dapat menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu dan tahun, valid hingga tahun 2100. RTC DS3231 merupakan IC dengan jalur data paralel yang memiliki antarmuka serial *two wire* (I2C). Komunikasi I2C menggunakan dua buah *port* yaitu *port* Serial Data (SDA) dan Serial Clock (SCL) untuk membaca isi register dari RTC [15]. RTC DS3231 ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.6 RTC DS3231 [15]

2.1.8 LCD 20X4

Liquid Crystal Digital (LCD) 20X4 merupakan sebuah teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada permukaan yang rata dengan memberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna yang diapit oleh dua elektroda yang transparan. LCD 20x4 terdiri dari 20 karakter dan 4 baris [16].

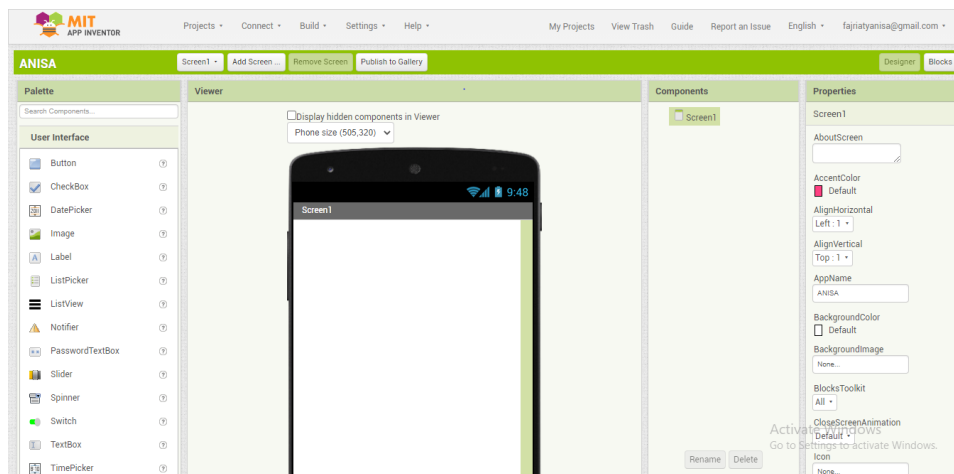


Gambar 2.7 LCD 20X4 [16]

2.1.9 MIT App Inventor

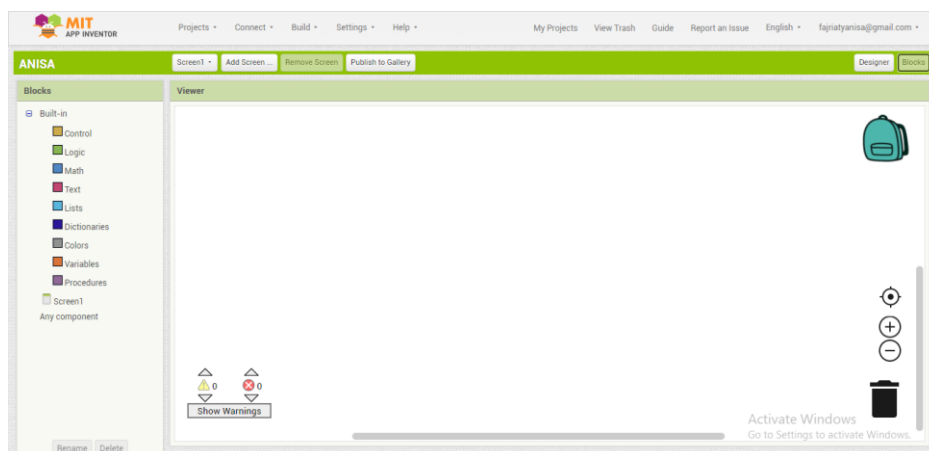
MIT App Inventor merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk membuat aplikasi *mobile* untuk perangkat yang menjalankan sistem operasi android. MIT App Inventor menggunakan bahasa pemrograman berbasis blok visual. Terdapat dua jendela utama pada MIT App Inventor yaitu *designer* komponen dan editor blok.

- a. Halaman *designer* digunakan untuk membangun antar muka pengguna dan mendesain tampilan aplikasi. Terdapat berbagai pilihan komponen yang dapat digunakan untuk mendesain tampilan aplikasi. Halaman *designer* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.8 Tampilan Halaman Designer App Inventor

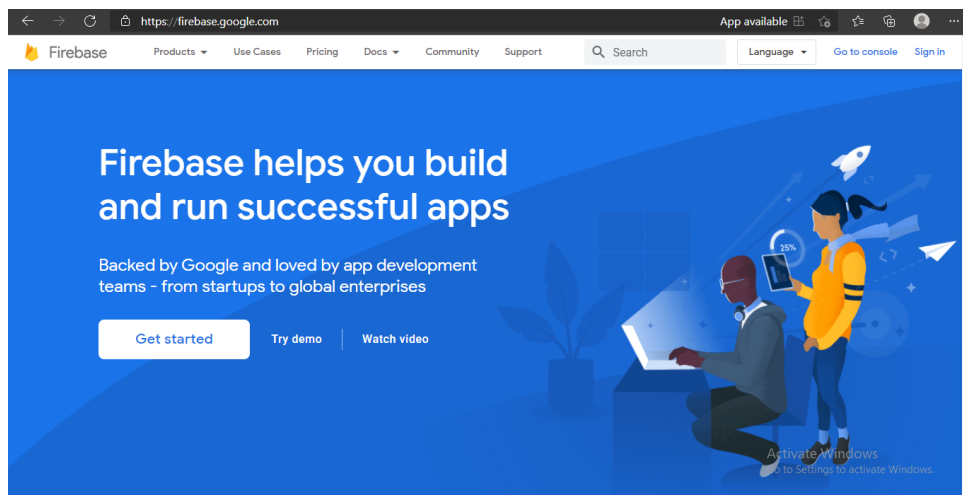
- b. Halaman *blocks* menggunakan teka-teki kerangka berupa blok program yang digabungkan yang berguna untuk memprogram jalannya aplikasi [17]. Halaman *blocks* ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.9 Tampilan Halaman Block Editor App Inventor

2.1.10 Google Firebase

Google firebase merupakan layanan yang dimiliki oleh *google* sebagai media penyimpanan berupa database. *Google firebase* menyediakan *storage* untuk menyimpan *file* dan dapat disinkronkan kedalam aplikasi. *Google firebase* menyediakan beberapa fitur seperti Autentikasi, *Realtime Database*, *Storage* dan *Cloude Messaging*. *Realtime Database* dapat digunakan oleh pengembang untuk membuat aplikasi yang bersifat *real time*. *Google firebase* telah menyediakan *real time database* NoSQL dengan struktur data JSON (*Java Script Notation*) yang dapat diakses dengan mudah. digunakan untuk menyimpan data-data yang digunakan oleh aplikasi [18]. *Firestore* dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.10 *Firestore*

2.1.11 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Parameter QoS mengacu pada performansi tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis data dalam komunikasi. Parameter-parameter QoS yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter* atau variasi kedatangan paket. Parameter QoS yang digunakan sebagai berikut:

1. *Throughput*

Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut [19]. Nilai *throughput* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.5.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim (kb)}}{\text{waktu pengiriman data (s)}} \quad (2.5)$$

Tabel 2.7 Kategori Throughput Menurut Standar TIPHON [20]

| Kategori Throughput | Throughput | Indeks |
|---------------------|----------------------|--------|
| Sangat Baik | >2,1 Mbps | 4 |
| Baik | 1200 kbps – 2,1 Mbps | 3 |
| Cukup | 700-1200 kbps | 2 |
| Kurang Baik | 338-700 kbps | 1 |
| Buruk | 0-338 kbps | 0 |

2. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama [19]. Untuk menghitung rata-rata *delay* digunakan rumus seperti persamaan 2.6.

$$\text{Delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket yang diterima}} \quad (2.6)$$

Tabel 2.8 Kategori Delay Menurut Standar TIPHON [20]

| Kategori Degradasi | Delay | Indeks |
|--------------------|-------------------|--------|
| Sangat Baik | <150 ms | 4 |
| Baik | 150 ms s/d 300 ms | 3 |
| Cukup | 300 ms s/d 450 ms | 2 |
| Buruk | >450 ms | 1 |

3. Packet Loss

Packet loss merupakan presentase paket yang hilang selama pengiriman data. *Packet loss* menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan [19]. Untuk mencari nilai *packet loss* dapat dihitung dengan persamaan 2.7.

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{paket data dikirim} - \text{paket data diterima})}{\text{paket data yang dikirim}} \times 100 \% \quad (2.7)$$

Tabel 2.9 Kategori *Packet Loss* Menurut Standar TIPHON [20]

| Kategori Degradasi | Packet Loss | Indeks |
|---------------------------|--------------------|---------------|
| Sangat Baik | 0-2% | 4 |
| Baik | 3-14% | 3 |
| Cukup | 15-24% | 2 |
| Buruk | >25% | 1 |