

IMPLEMENTASI TEXT RECOGNITION PADA APLIKASI PENCATATAN METERAN AIR BERBASIS FLUTTER

Firdaus Syazwana Handyana Putra, Harry Pribadi Fitrian, Robby Rohman Sukarya

Informatika, Universitas Teknologi Digital, Bandung

Jl. Cibogo No. Indah 3, Mekarjaya, Kec. Rancasari, Kota Bandung,, Indonesia

dausputra2003@gmail.com

ABSTRAK

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang didistribusikan dan dikelola oleh instansi, atau komunitas seperti Gerakan Ekonomi Mandiri dengan program Air Bersih GEMI. Seiring bertambahnya pelanggan, proses pendataan konsumsi air yang masih mengandalkan pelaporan manual melalui pesan yang mengharuskan petugas mengumpulkan data yang tersebar dari laporan mandiri pelanggan, sehingga mengurangi efektivitas, meningkatkan kesalahan dan keterlambatan administrasi. Tujuan dari penelitian ini mengutamakan pembangunan aplikasi pencatatan air mobile dengan sistem *self-service*, hal ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi manajemen data bagi pengelola. Pengembangan sistem ini menerapkan metode *Rapid Application Development* (RAD) melalui empat fase utama: *requirement planning*, *user design*, *construction*, dan *cutover*. Pengembangan sistem memanfaatkan *framework* Flutter, *Supabase backend service* serta PostgreSQL dan *Optical Character Recognition* (OCR) dari Google ML-Kit. Alur dalam sistem ini mendorong pengguna untuk melakukan pencatatan mandiri dengan mencantumkan foto meteran air untuk pembacaan angka konsumsi dengan bantuan OCR. Hasil pengujian *User Acceptance Test* (UAT) aplikasi ini menunjukkan tingkat keberhasilan mencapai 96,49% pada sisi pengelola (Admin) dan 89,39% pada sisi pelanggan. Fungsional fitur OCR menghasilkan *Task Success Rate* (TSR) sebesar 21,43% dari pengujian 14 citra dengan kualitas buruk. Secara keseluruhan, aplikasi ini dinilai sangat layak karena terbukti mampu mempercepat proses pelaporan, pencatatan, dan pengelolaan data distribusi air bersih.

Kata kunci : Pencatatan Meter Air, Layanan Mandiri, Flutter, OCR Google ML-Kit, Supabase

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar yang selalu digunakan dalam setiap rumah tangga. Tentunya penyaluran air bersih ini dikelola oleh instansi atau komunitas untuk menjamin agar air bersih dapat tersalurkan menyeluruh dengan jaringan pipa rumah yang mana besaran konsumsi air dicatat dengan satuan meter kubik (m³). Data inilah yang menjadi dasar penting dalam administrasi, perhitungan biaya, dan evaluasi. Pembacaan meteran air secara manual oleh petugas lapangan sering kali menjadi tantangan, terutama dalam hal efisiensi waktu, akurasi, dan konsistensi data. Kesalahan pembacaan atau pencatatan dapat berakibat pada keluhan pelanggan dan kerugian finansial[1].

Permasalahan serupa ditemukan dalam proses distribusi air bersih yang berlangsung pada Gerakan Ekonomi Mandiri 0418 (GEMI) yang beroperasi di kompleks Cipageran Asri. Peran GEMI adalah sebagai komunitas yang mengelola berbagai program ekonomi produktif yang salah satunya adalah program Air Bersih GEMI yang menyediakan air bersih untuk disalurkan kepada warga sekitar dengan sistem langganan menggunakan meteran air di setiap rumah pelanggan. Seiring terus bertambahnya jumlah pelanggan, pengelolaan dan pendataan konsumsi air bersih menjadi semakin rumit. Sistem pemantauan yang berjalan saat ini masih bertumpu pada pelaporan mandiri pelanggan yang mengirimkan foto meteran air pelanggan melalui pesan instan WhatsApp. Petugas pengelola kemudian harus memilah, memetakan, dan

mencatat data yang tersebar di ruang obrolan tersebut ke dalam lembar Excel. Mekanisme ini tidak hanya mengurangi efektivitas kerja pengelola, tetapi juga memicu penumpukan pesan, keterlambatan penerbitan tagihan, dan kesulitan dalam melakukan audit data historis konsumsi air secara *real-time*.

Melihat kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sebuah aplikasi pencatatan meteran air berbasis mobile dengan sistem layanan mandiri (*self-service*). Secara lebih spesifik, aplikasi ini dibuat untuk meningkatkan efisiensi kerja pengelola dalam manajemen data, meminimalisir kesalahan *input* akibat faktor manusia (*human error*), serta menyediakan akses informasi tagihan dan riwayat konsumsi air yang akurat serta transparan bagi pelanggan, dilain sisi juga membantu pelanggan dalam melakukan pelaporan mandiri.

Pengembangan aplikasi dibangun menggunakan *framework* Flutter untuk membangun antarmuka yang responsif pada perangkat mobile pelanggan dan pengelola dengan bahasa pemrograman Dart. Untuk bagian penyimpanan data, sistem ini memanfaatkan layanan *backend-as-a-service* dari Supabase yang menggunakan basis data relasional PostgreSQL yang tersedia di jaringan *cloud*. Sistem juga diintegrasikan dengan fitur OCR dari Google ML-Kit yaitu kit *Text Recognition V2* untuk mengekstrak data angka dari foto meter, sehingga angka yang akan diunggah pelanggan tersebut dapat dibaca langsung oleh sistem secara otomatis. Seluruh proses pengerjaan ini dilakukan menggunakan metode *Rapid Application*

Development (RAD) yang meliputi tahapan *requirements planning* dilakukan dengan wawancara dan observasi, *user design* terbagi dalam proses iterasi *prototype*, *refine*, dan *testing* untuk mendapatkan hasil sesuai, *construction* pembangunan sistem sesuai yang disepakati, hingga tahap akhir *cutover* yang akan dievaluasi menggunakan pengujian *User Acceptance Test* (UAT) untuk memastikan kelayakan sistem saat digunakan oleh pengelola maupun pelanggan Air Bersih GEMI.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Kajian terhadap literatur terdahulu dilakukan untuk memetakan posisi penelitian, menghindari adanya duplikasi sistem, serta melihat perkembangan teknologi yang relevan dengan penelitian yang dilaksanakan. Perkembangan teknologi *Optical Character Recognition* pada perangkat bergerak telah banyak diteliti sebelumnya. Sebagai contoh, Zulkarnain dkk. [2] mengembangkan aplikasi OCR berbasis Android menggunakan Firebase ML Kit dan metode *Backpropagation* yang berhasil mencapai akurasi hingga 99%. Sejalan dengan itu, Muclis & Somantri [3] memanfaatkan teknologi *text recognition* dan *text to speech* untuk penerjemahan teks otomatis berbasis android *native* dengan tingkat presisi sebesar 91,1%. Sementara itu, pengembangan aplikasi pembaca teks menggunakan *framework* diadopsi oleh Alamsyah [4] dengan menggunakan Flutter yang telah menghasilkan evaluasi kepuasan pengguna (*System Usability Scale*) sebesar 81,04. Pemanfaatan OCR ini kemudian diperluas oleh Athofani [5] untuk mengotomatisasi pencatatan konsumsi kWh listrik secara *real-time* dengan perangkat IoT eksternal yang terintegrasi langsung dengan basis data *cloud*.

Penerapan OCR kemudian mulai dispesifikkan untuk mengatasi tantangan pembacaan angka pada panel fisik meteran analog yang sering mengalami distorsi. Utami dkk. [6] menggunakan metode *Run-Length Smearing Algorithm* (RLSA) untuk mengisolasi area karakter pada meteran air dan memperoleh akurasi sebesar 83%. Untuk mendapatkan akurasi pembacaan hingga 100%, Sanjaya & Sugiarto [7] memilih pendekatan interkoneksi perangkat keras menggunakan ESP32-CAM pada meteran fisik. Di sisi lain, Ahmad dkk. [8] menguji model *Convolutional Recurrent Neural Network* (CRNN) dan OpenCV untuk mendeteksi meteran air dengan tingkat keberhasilan 82% pada pencahayaan normal. Namun, tantangan kualitas citra yang buruk tetap menjadi catatan, seperti yang diidentifikasi oleh Ramadhanti dkk. [1] melalui simulasi MATLAB, di mana akurasi pembacaan menurun hingga 62% ketika diuji pada sampel gambar yang mengalami degradasi visual cukup tinggi.

Selain berfokus pada akurasi pembacaan citra, beberapa peneliti juga mengombinasikan sistem pencatatan dengan manajemen administrasi dan transaksi operasional. Armadi dkk. [9] menerapkan

metode *Rapid Application Development* (RAD) untuk mendigitalisasi pencatatan dan pembayaran air bersih guna meningkatkan transparansi data pelanggan. Integrasi yang lebih luas dilakukan oleh Munsir & Basri [10] yang menghubungkan pemindaian OCR langsung dengan gerbang pembayaran (*payment gateway Midtrans*) pada aplikasi tagihan air Grand Sulawesi. Sebagai bentuk validasi data di lapangan, Wicaksono dkk. [11] mengusulkan penambahan fitur *geotagging* untuk memverifikasi lokasi koordinat fisik secara langsung.

Melalui pemetaan naskah-naskah di atas, letak perbedaan dan kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini bertumpu pada penerapan sistem pelayanan mandiri (*self-service*) berskala komunitas menggunakan kombinasi Flutter dan Supabase. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang memerlukan perangkat keras tambahan [6] atau dirancang khusus untuk operasional internal petugas lapangan [11], aplikasi ini menggeser peran *input* data langsung kepada pelanggan melalui ponsel mereka. Fitur *on-device* Google ML-Kit digunakan sebagai alat bantu pemindaian OCR yang efisien, yang kemudian disinkronisasikan ke basis data *cloud* untuk mempercepat kalkulasi kuota *abonemen* air secara otomatis, transparan, dan *real-time* bagi pengelola GEMI.

2.2. Gerakan Ekonomi Mandiri (GEMI)

GEMI atau Gerakan Ekonomi Mandiri 0418 merupakan komunitas swadaya masyarakat di RT 04/RW 18 Komplek Cipageran Asri, Cimahi, yang berfokus pada ketahanan pangan dan sirkular ekonomi mandiri dengan berbagai program berkelanjutan. Salah satu unit pelaksana utamanya adalah Unit Air Bersih GEMI yang mendistribusikan air bersih layak pakai bagi warga pelanggan secara berlangganan dan dikelola secara mandiri oleh komunitas.

TAGIHAN BULANAN PENGGUNAAN ABC										TAGIHAN BULANAN PENGGUNAAN ABG										
No	Nama Lengkap	Blok	SEPT OKT NOV DES JAN FEB										Apr-26							
			M3	M3	M3	M3	10 M	M3	M3	M3	M3	ABODEMENT	>10 M3			TOTAL				
1	Agung Daradjatun	El-7									10	19	9	50.000	0	-	Rp	50.000		
2	Alexius Alben	El-7	2	8	5	10	0	8	9								Rp	50.000		
3	Andri Hodevaloye	EV-3	18	12	9	7	0	12	11	77	8	50.000	0	-	Rp	50.000				
4	Arief Purnomo	EF-16	32	18	21	17	7	18	14	137	17	50.000	7	42.000	Rp	92.000				
5	Asep Saepudin	EF-22	19	15	14	8	0	13	5	81	7	50.000	0	-	Rp	50.000				
6	Beda Teniwut	EF-4	20	20	22	24	14	24	21	154	23	50.000	13	78.000	Rp	128.000				
7	Cucu Suprianto	El-5	0	0	0	7	0	10	19	48	12	50.000	2	12.000	Rp	62.000				
8	Dadang M Ganjar	EF-6	13	6	5	8	0	7	8	55	8	50.000	0	-	Rp	50.000				
9	Darma Apul	EV-5								8	17	50.000	0	-	Rp	50.000				
10	Denny Edyana	EV-3	5	4	7	3	0	8	6	35	2	50.000	0	-	Rp	50.000				
12	Desiyanti	El-6	10	5	4	6	0	6	8	48	9	50.000	0	-	Rp	50.000				
13	Endang Sumadikarya	EF-2c	0	0	9	6	0	9	9	45	12	50.000	2	12.000	Rp	62.000				
14	Engkom Komariah	EV-1	5	0	0	0	0		5	5	0	50.000	0	-	Rp	50.000				
15	Fendi Radom	EV-6	38	23	19	22	12	18	18			50.000		54.000	Rp	104.000				
16	Ferry Suhrawardi	EV-10	6	1	6	9	0	6	7	37	8	50.000	0	-	Rp	50.000				
17	Handoko P	EV-3	4	1	1	9	0	4	5			50.000	0	-	Rp	50.000				
18	Hikmatullah	El-8	19	18	16	24	14	22	13	119	7	50.000	0	-	Rp	50.000				
19	Ichsan Maulana	El-9	1	0	4	3	0	2	3	16	3	50.000	0	-	Rp	50.000				
20	Iwan Setiawan	El-7	63	10	7	10	0	7	10	117	10	50.000	0	-	Rp	50.000				
21	Jamhur	El-1	0	0	19	11	1	13	11	66	12	50.000	2	12.000	Rp	62.000				
22	Johri	El-7	17	6	6	7	0	8	7	59	8	50.000	0	-	Rp	50.000				
23	Juwanda	EF-24	13	8	7	8	0	8	6	57	7	50.000	0	-	Rp	50.000				
24	Karnton Sianipar	El-3	17	10	5	1	0	7	2						Rp	-				
25	Kartodut Samosir	El-1	2	10	10	11	1	14	12						Rp	56.000				
26	Nasih Harrowo	El-3								18	37	19	50.000	9	54.000	Rp	104.000			
27	Petrus Minson	EV-8	16	6	10	5	0	8	4	53	9	50.000	0	-	Rp	50.000				
28	Purnama	EF-2								11	24	13	50.000	3	18.000	Rp	68.000			
29	Rovinus	EV-4	45	4	3	0	0	2	4	62	4	50.000	0	-	Rp	50.000				
30	Rubin Mintareja	DE-2	10	8	8	5	0	10	10	60	9	50.000	0	-	Rp	50.000				
31	Sumarto	El-3	2	0	5	6	0	7	5	31	6	50.000	0	-	Rp	50.000				
32	Syarif Midayat	El-2	7	3	6	5	0	5	4	37	7	50.000	0	-	Rp	50.000				
33	Syukur Sudiono	EF-	24	8	15	12	2	13	13	95	10	50.000	0	-	Rp	50.000				
34	Taufik Yus Hanafi	El-5	15	0	0	0	0	5	14	20	1	50.000	0	-	Rp	50.000				

Gambar 1. Master Data Catatan Pengelola

Pengelola saat ini telah memiliki data historis pelanggan berupa pencatatan manual dari lembar lajur (lembar Excel) dapat dilihat pada gambar 1. Dimana data ini memuat informasi identitas warga, catatan

angka meteran dari bulan-bulan sebelumnya (meter terdahulu), serta rekapitulasi keuangan. Dalam sistem usulan, data yang tersedia ini dipertahankan sebagai data master yang statis. Sehingga pada sistem yang diusulkan nantinya hanya menambahkan entitas data akun baru yang nantinya akan dipetakan (*mapping*) secara logis ke data pelanggan yang tersedia. Pendekatan ini memastikan keutuhan data lama milik pengelola tidak berubah atau rusak sama sekali.

2.3. Flutter dan Bahasa Pemrograman Dart

Flutter adalah SDK (*Software Development Kit*) yang dikembangkan oleh Google untuk membangun aplikasi lintas platform (*cross-platform*) dengan menggunakan satu basis kode (*single codebase*) [12]. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam Flutter merupakan Dart yang mendukung kompilasi *Just-In-Time* untuk fitur *hot reload* selama pengembangan dan *Ahead-Of-Time* guna menghasilkan performa aplikasi *native* yang responsif pada saat rilis [13].

2.4. Google ML Kit dan Optical Character Recognition (OCR)

Google ML Kit menyediakan API pembelajaran mesin (*machine learning*) yang beroperasi sepenuhnya di dalam perangkat (*on-device processing*). Komputasi lokal ini menjamin privasi data, meminimalisir latensi jaringan, serta dapat diakses secara gratis. Fitur *Text Recognition V2* digunakan untuk mendeteksi dan mengekstrak blok teks numerik dari panel fisik meteran air [14]. *Preprocessing* merupakan tahapan awal manipulasi citra mentah sebelum diolah oleh mesin OCR. Rangkaian proses ini meliputi..

- Cropping* yaitu memotong *Region of Interest* untuk membuang area latar yang tidak relevan.
- Grayscale* dengan mengonversi warna RGB menjadi derajat keabuan tunggal.
- Gaussian Blur* untuk mengurangi bintik halus (*noise*) frekuensi tinggi dari sensor kamera.
- Contrast Stretching & Normalization* yang menegaskan perbedaan batas antara karakter angka dengan latar belakang panel meteran [15].

2.5. Supabase

Supabase adalah sebuah platform *Backend-as-a-Service* (BaaS) bersumber terbuka (*open-source*) yang diposisikan sebagai alternatif utama dari Google Firebase. Platform ini menyediakan sekumpulan alat pengembangan yang terintegrasi untuk membangun aplikasi tanpa perlu membangun infrastruktur server dari awal. Supabase adalah PostgreSQL, sistem manajemen basis data relasional (*Relational Database Management System* atau RDBMS) yang telah teruji keandalannya selama puluhan tahun [16].

2.6. User Acceptance Test (UAT)

Instrumen yang digunakan dalam pelaksanaan *User Acceptance Test* umumnya berupa lembar skenario uji (*checklist*). Skenario yang digunakan berupa uji *black-box testing* berupa sejumlah

pertanyaan yang perlu dijawab oleh responden untuk memvalidasi fungsi operasional [17] ini dikarenakan pengujian ini difokuskan pada fungsionalitas, antarmuka, serta kesesuaian *input-output* data, tanpa memperhatikan dan memeriksa struktur logika kode program di dalamnya. *End-user* akan menilai apakah sistem memberikan respons yang benar terhadap perintah yang diberikan [18].

Hasil dari lembar *checklist* UAT kemudian diakumulasi untuk menentukan tingkat kelayakan sistem. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$(1) P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase kelayakan (tingkat penerimaan)

f = Total skor jawaban "Berhasil" yang didapatkan

n = Jumlah skenario x jumlah responden.

3. METODE PENELITIAN

4.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif. Pengumpulan data diawali dengan wawancara terhadap pengelola, dan observasi lapangan untuk mendapatkan analisis kebutuhan, kemudian dilakukan studi dokumen dan literatur untuk memperoleh kerangka teoritis dan metodologis dalam mendukung proses penelitian dan pengembangan sistem [19].

4.2. Analisis Kebutuhan

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini dilakukan dengan peninjauan langsung ke lokasi, sejalan dengan metode observasi lapangan yang diterapkan oleh Fitriani dkk. [20]. Berdasarkan hasil observasi lapangan, sistem bisnis yang selama ini berjalan memiliki karakteristik *self-service*, pada sistem yang berjalan ini pelanggan secara langsung mengirimkan bukti pemakaian berupa foto meteran air kepada pengelola melalui percakapan pesan instan WhatsApp. Data tersebut dicatat dan dihitung oleh pengelola untuk menerbitkan informasi tagihan periode terkini. Selanjutnya dalam proses pembayaran yang dilakukan juga melalui konfirmasi WhatsApp ataupun dilakukan secara tunai.

Merespons kebutuhan tersebut, sistem yang dirancang berupa aplikasi pencatatan meteran air berbasis layanan mandiri. Sistem juga menyimpan foto meteran yang dilaporkan serta mengekstraksi angka meter terkini pada visual meter tersebut. Kebijakan tagihan diatur berdasarkan tarif batas *abonemen* yang diberlakukan, dimana biaya *abonemen* digunakan sebagai tarif dasar tetap dengan batas kubik air kuota pemakaian awal sebagai kuota *abonemen* dan penggunaan selebihnya akan dikenai tarif per meter.

Kondisi pertama, Pemakaian $\leq$ Kuota abonemen

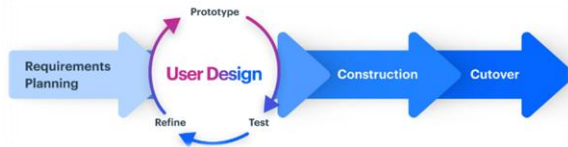
$$(2) \text{ Total tagihan} = \text{Biaya abonemen}$$

Kondisi kedua, Pemakaian $\geq$ Kuota abonemen

$$(3) \text{ Tagihan} = \text{Biaya abonemen} + (\text{Pemakaian} - \text{Kuota abonemen}) \times \text{Tarif}$$

4.3. Metode Pengembangan Rapid Application Development (RAD)

Metode RAD menekankan pada siklus pembangunan pendek, singkat, dan cepat. menggunakan metode *iteratif* dalam mengembangkan sistem dimana *working model* sistem dikonstruksikan di awal tahap pengembangan dengan tujuan menetapkan kebutuhan *user requirement* [21].



Gambar 2. Alur kerja model metode RAD

Berdasarkan alur kerja RAD gambar 2, tahapan pengembangan sistem dibagi menjadi empat fase utama sebagai berikut:

a. *Requirements Planning*

Pada tahapan awal pengembang dengan pengurus Air Bersih GEMI menghasilkan kesepakatan bahwa sistem harus mampu membaca angka meteran air (OCR), menyimpan foto bukti, dan menghitung tagihan pelanggan secara real-time.

b. *User Design*

Terdisi dari siklus *prototype*, *test*, dan *refine*. Dimana rancangan yang dibuat dikonfirmasi kepada pengelola untuk mendapatkan umpan balik.

c. *Construction*

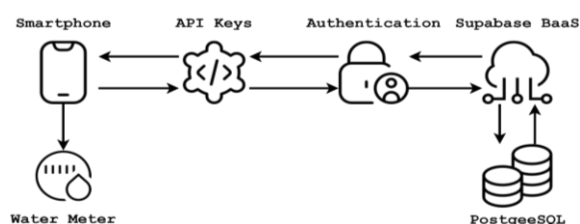
Komponen yang tersedia dimanfaatkan untuk mempercepat proses pengembangan. Yaitu *framework* Flutter dan bahasa pemrograman Dart. fitur utama OCR dibangun dengan mengintegrasikan *library* Google ML Kit, sedangkan penyimpanan data dihubungkan ke layanan *BaaS* dan *database* dari Supabase.

d. *Cutover*

Tahap terakhir di mana sistem yang telah selesai dibangun diuji secara menyeluruh dan diserahkan kepada pengguna untuk dioperasikan

4.4. Rancangan Sistem

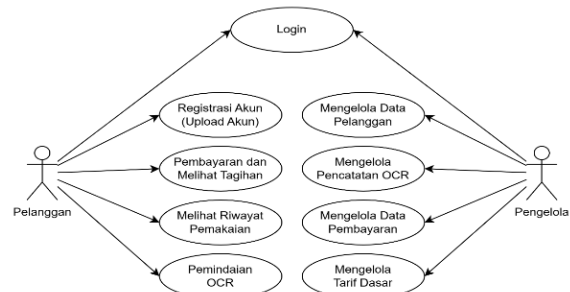
Arsitektur sistem yang dirancang mengadopsi model *client-server* yang terintegrasi dengan infrastruktur *cloud* berbasis *backend-as-a-service* (BaaS).



Gambar 3. Arsitektur sistem

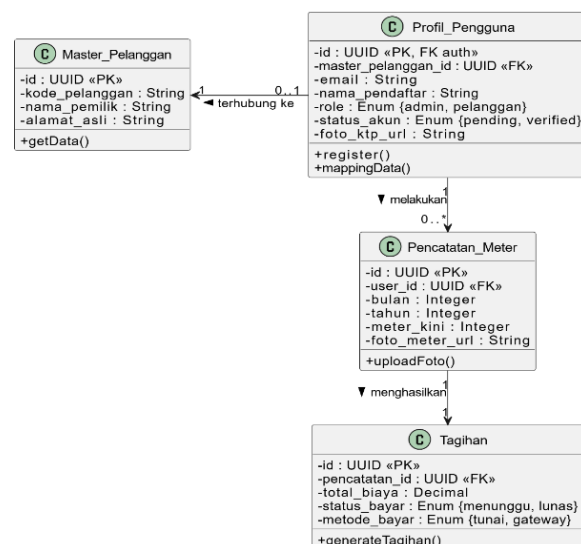
Gambar 3 menggambarkan alur proses sistem yang dimulai ketika *smartphone* mengambil data visual. Setiap data yang dikirimkan melewati enkripsi

API Keys sebagai validasi sistem, *Authentication* memverifikasi hak akses pengguna sebelum data diizinkan masuk ke server utama. Supabase BaaS berfungsi sebagai pengendali lalu lintas data yang disimpan dari atau ke *database* relasional RDBMS PostgreSQL melalui operasi *query*.



Gambar 4. Use case diagram

Untuk mendelineasi alur kerja dan proses dalam pengembangan perangkat lunak digunakan rancangan *use case diagram* [22] pada gambar 4. Aktor pelanggan merepresentasikan pengguna layanan air yang memiliki akses terbatas pada fitur pelaporan mandiri, pembayaran tagihan dan pemantauan *history* penggunaan air. Sementara itu, aktor pengelola memegang kendali penuh atas manajemen data dan operasional sistem berupa pengelolaan data meteran, tagihan, pelanggan, dan akun, sudah termasuk pengaturan tarif air, serta aktivitas verifikasi laporan mandiri dan pembayaran dari pelanggan.



Gambar 5. Class diagram

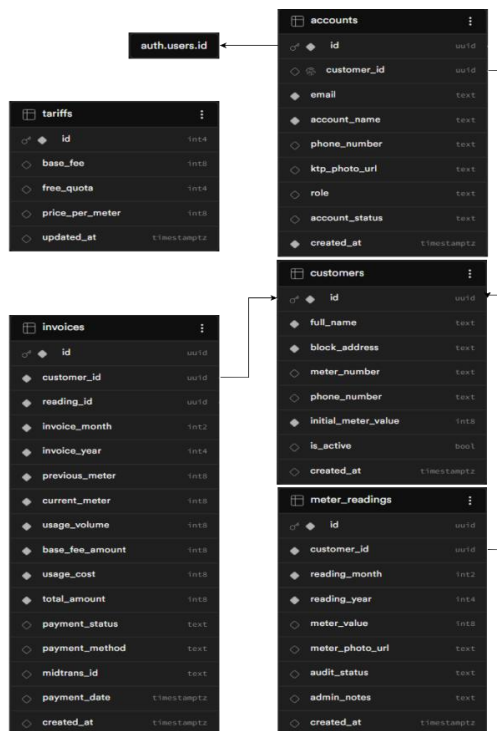
Struktur *class diagram* pada gambar 5 untuk memodelkan struktur basis data sistem dan relasi antar kelas dalam sistem perangkat [22]. data induk pelanggan lama dan akun pengguna dibedakan dalam aplikasi untuk menjaga integritas data sekaligus memfasilitasi proses validasi. Dimana keseluruhan terbagi menjadi 4 *entity* yaitu *master_pelanggan*, *pencatatan_meter*, *profil*, dan *tagihan*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi/Pengembangan Aplikasi

Tahapan implementasi ini dibagi ke dalam tiga garis besar tahapan dimulai dengan pembangunan struktur basis data sebagai wadah data yang akan diolah dan diakses oleh sistem. Hasil implementasi menyesuaikan ulang kebutuhan sistem yang saling berelasi sehingga menambahkan satu tabel untuk mengakomodasi seluruh aliran data yang lebih baik.

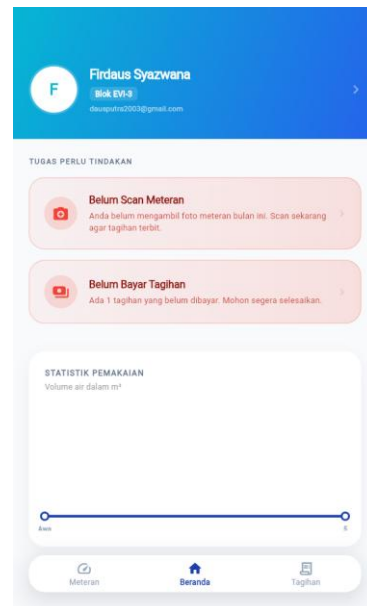
Pada gambar 6 di gambarkan relasi antar tabel RDBMS PostgreSQL pada Supabase yang terdiri dari 5 *entity*. Tabel *accounts* untuk menyimpan data akun admin serta pelanggan yang di-*mapping* ke data pelanggan. Tabel *customers* digunakan sebagai master data pelanggan terpisah dari akun. Tabel *invoices* menyimpan data pembayaran yang secara periodik dimana admin melakukan *generate placeholder* data kosong pada setiap awal periode. Begitu juga tabel *meter_readings* yang menyimpan konsumsi pelanggan akan ter-*generate* bersamaan dengan tabel *invoices*. Tabel *tariffs* mengatur tagihan dan abonemen.



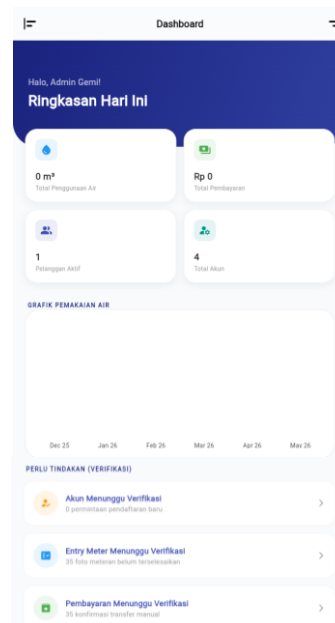
Gambar 6. Struktur PostgreSQL pada supabase

Selanjutnya implementasi antarmuka dengan menerapkan prinsip-prinsip UX agar tampilan dan navigasi antarmuka dapat diakses serta dipahami dengan mudah [23]. UI ini dibangun menggunakan *framework* Flutter yang akan di desain menyesuaikan dengan kebutuhan serta data yang akan ditampilkan.

Halaman pelanggan pada gambar 7, dimana pelanggan dapat melakukan aktivitas monitoring penggunaan air, melakukan pelaporan penggunaan air menggunakan foto meter air yang diolah dan pembayaran menggunakan midtrans,



Gambar 7. Antarmuka dashboard pelanggan



Gambar 8. Antarmuka dashboard admin

Halaman admin pada gambar 8, dimana admin akan mengelola semua data mulai akun, pelanggan, catatan, serta tagihan, dan tarif, juga termasuk verifikasi akun, meteran, dan pembayaran

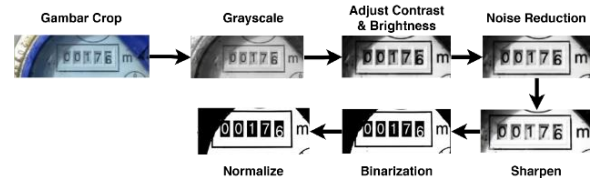
Selanjutnya tahapan implementasi kode program, dimana data diolah dan ditampilkan dengan logika bahasa pemrograman Dart. Sebelum dilakukan proses ekstraksi teks, citra *input* terlebih dahulu melalui tahapan *preprocessing*. Tahap ini sangat krusial untuk meningkatkan kualitas citra agar mesin OCR dapat mengenali karakter dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Tahap *preprocessing* dimulai dengan pemotongan gambar manual ketika pelaporan mandiri oleh pelanggan setelah memasukkan gambar.

Gambar 9. Proses *manual cropping*

Proses *manual cropping* pada gambar 9 bekerja dengan memotong gambar dan menyesuaikan posisi meter pada gambar yang kemudian akan disimpan dalam dua hasil yang berbeda dengan kegunaan yang berbeda yakni untuk penyimpanan *database* dan proses OCR yang hanya fokus pada digit meter.

Proses *preprocessing* pada gambar 10, dimana akan dilakukan proses mentransformasi citra mentah menjadi citra biner yang kontras. *Resizing downscale* mengurangi resolusi gambar menggunakan interpolasi *cubic* untuk mengurangi beban perangkat dalam mengolah dan mengekstrak karakter. *Grayscale & color adjustment* menghilangkan informasi warna dan

mengatur kontras (1.6) serta kecerahan (1.1). *Noise reduction & sharpening*: Menggunakan *gaussian blur* mereduksi *noise* diikuti dengan teknik konvolusi untuk menajamkan kembali tepi karakter. *Binarization (thresholding)*: Mengubah citra menjadi hitam-putih murni. Tahapan-tahapan ini memastikan mesin OCR dapat mendeteksi bentuk karakter secara absolut.

Gambar 10. Ilustrasi proses *preprocessing*

4.2. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi ini dilakukan oleh 2 kategori pengguna yaitu admin terdiri dari 2 responden menggunakan pengujian UAT untuk pengelola, yang mana hasil dari keseluruhan skenario uji UAT pengelola maupun pelanggan di rekap dalam tabel-tabel sebagai berikut

Tabel 1. Rekap hasil UAT pengelola

Poin	Kategori	Berhasil	Kondisional	Gagal	Ket.
A	Autentikasi				
A1	Login	6			LULUS
A2	Logout	2			LULUS
B	Navigasi				
B1	Navigasi Dashboard	14			LULUS
B2	Navigasi Sidebar Nav	18			LULUS
C	Verifikasi				
C1	Verifikasi Akun	14			LULUS
C2	Verifikasi Scan Meter	6			LULUS
C3	Verifikasi Pembayaran	4			LULUS
D	Manajemen				
D1	Data Pelanggan	14			LULUS
D2	Data Akun	6			LULUS
D3	Data Meter Air	12	4		fitur OCR
D4	Data Pembayaran	8			LULUS
E	Fungsi Lain-lain	6			LULUS
Total		110	4		

Dari rekap hasil pengujian pengelola pada tabel 1 diketahui skenario adalah 57 dengan keberhasilan 110 dari dua responden maka hasil persentase keberhasilan aplikasi adalah

$$\frac{110}{57 \times 2} \times 100\% = 96,49\%$$

Selanjutnya pengujian UAT yang dilakukan oleh pelanggan terdiri dari 33 responden pelanggan aktif menggunakan pengujian UAT yang berbeda

Tabel 2. Rekap hasil UAT pelanggan

Poin	Kategori	Berhasil	Kondisional	Gagal	Ket.
A	Autentikasi				
A1	Login	99			LULUS
A2	Register	66			LULUS
A3	Logout	33			LULUS
B	Navigasi				
B1	Navigasi Dashboard	99			LULUS
B2	Navigasi Bottombar	99			LULUS
C	Pemantauan Riwayat				
C1	Riwayat Scan Meter	152	20	26	Fitur OCR
C2	Riwayat Pembayaran	99		33	Uji Mid Trans
Total		649	20	59	

Dari rekam hasil pengujian pelanggan pada tabel 2 diketahui skenario adalah 22 dengan keberhasilan 649 dari 33 responden maka hasil persentase keberhasilan aplikasi adalah

$$\frac{649}{22 \times 33} \times 100\% = 89,39\%$$

Meskipun terdapat kendala pada perangkat versi lama dan batasan lingkungan *sandbox* pada Midtrans, serta kegagalan beberapa pengujian OCR sistem tetap dikategorikan "Sangat Layak" untuk digunakan karena fungsi utama sebagai media pelaporan mandiri dan pencatatan.

Selanjutnya fungsional OCR dari Google ML-Kit di uji dari 14 sampel foto dengan kondisi tidak memungkinkan yang berbeda-beda dari ke 33 pelanggan sebagai berikut

Tabel 3. Pengujian fungsional OCR

Kondisi	Citra Masukan	Hasil OCR	Nilai Aktual	Validitas
Meteran kotor, penuh embun		0028	00028	×
Meteran basah dan berembun		17	00017	×
Bayangan menutupi angka		33	00085	×
Meteran sedikit tertutupi rumput		00154	00154	✓
Meteran dibuat sedikit miring		00088	00088	✓
Meteran bersih, bintik noise		Gagal	00177	×
Basah dengan sedikit pantulan		Gagal	00063	×
Over exposure matahari		03	00036	×
Gambar buram		Gagal	00026	×
Pantulan matahari terlalu terang		Gagal	00078	×
meteran baru dan bagus		0021	00021	×
Angka meteran tergenang air		04	00045	×
Dipotret dengan flash		00062	00062	✓
Meteran basah dan berembun		17	00017	×

Berdasar tabel 3 pengujian fungsional pembacaan *Optical Character Recognition* telah dilakukan 14 skenario pengujian dengan berbagai variasi kondisi fisik meteran air. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, terdapat 3 citra yang berhasil diekstraksi nilainya secara valid, dan 11 citra mengalami kegagalan pembacaan

$$(4) \text{ TSR} = \frac{T_{\text{success}}}{T_{\text{total}}} \times 100\%$$

T_{success} = Jumlah ekstraksi citra yang berhasil
 T_{total} = Total keseluruhan instansi pengujian.

$$\frac{3}{14} \times 100\% = 21,43\%$$

Berdasarkan perhitungan Task Success Rate (TSR), diperoleh rasio keberhasilan fungsional sebesar 21,43%. Angka ini mengindikasikan bahwa implementasi modul Google ML-Kit Vision pada kasus pembacaan meteran air analog memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap anomali visual, seperti distorsi akibat embun, pembiasan cahaya matahari (*overexposure*), serta keausan fisik pada objek. Oleh karena itu, perancangan antarmuka aplikasi yang mewajibkan adanya intervensi manusia.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan aplikasi pencatatan meteran air berbasis mobile dengan mengintegrasikan *framework* Flutter, layanan *back-end as service* (BaaS) dan basis data PostgreSQL dari Supabase, serta *payment gateway* Midtrans untuk digitalisasi program air bersih GEMI di Cipageran Asri terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan sistem di masa mendatang: Optimasi kompatibilitas *library* pada perangkat bersistem operasi lama, seperti Android 8, Perbaikan teknik *preprocessing* citra atau penggunaan model *machine learning*, Penambahan sistem notifikasi otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Ramadhanti, A. Wijaya, A. Sonita, dan Y. Darmi, "Implementasi Optical Character Recognition (OCR) untuk Pengenalan Karakter Meteran PDAM," *J. Inov. Pendidik. Kreat.*, vol. 5, no. 4, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://ijurnal.com/1/index.php/jipk/article/view/267>
- [2] Z. Toby, Suharyanto, dan Anton, "Perancangan Aplikasi Optical Character Recognition Berbasis Backpropagation pada Perangkat Mobile," *Inti Nusa Mandiri*, vol. 14, no. 2, hal. 195–202, 2020, doi: <https://doi.org/10.33480/inti.v14i2.1134>.
- [3] P. A. Muclis dan Somantri, "Implementasi Text Recogniter yang Diterjemahkan ke Bahasa Lain dengan Firebase ML-Kit Berbasis Android," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 6, no. 2, hal. 414–420, 2021.
- [4] H. P. Alamsyah, "Aplikasi Pembantu Baca dengan Text Recognition dan Text-To-Speech Berbasis Android Menggunakan Flutter," Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2023.
- [5] M. Z. Athofani, "Implementasi Teknologi Optical Character Recognition dalam Pencatatan Konsumsi kWh Listrik Otomatis Menggunakan Raspberry Pi 3 dengan Firebase Cloud Database Berbasis Web," UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH

- JAKARTA, 2024.
- [6] M. Utami, "Identifikasi Text Meteran Air Menggunakan Metode Run-Length Smearing Algorithm (RLSA)," *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 4, hal. 98–106, 2021, doi: <https://doi.org/10.54650/jukomika.v4i2.414>.
 - [7] I. Sanjaya dan I. Sugiarto, "Sistem Pemantauan Meteran Air Berbasis Optical Character Recognition," *J. Tek. Elektro*, vol. 15, no. 2, hal. 73–78, 2022.
 - [8] U. A. Ahmad *et al.*, "Water Meter Reading Application System Development Using Image Processing: A Case Study from Sindangsari Village Water Services," *J. INFOTEL*, vol. 16, no. 1, hal. 186–198, 2024, doi: <https://10.20895/infotel.v16i1.1074>.
 - [9] D. A. Armadi, E. Suganda, dan Jaenudin, "Digitalisasi Pencatatan Meter Air dan Penerimaan Pembayaran Sarana Air Bersih," vol. 2, no. 1, hal. 55–62, 2022.
 - [10] M. H. Munsir dan M. Basri, "Perancangan Sistem Aplikasi Pencatatan dan Pembayaran Tagihan Air di Grand Sulawesi Parepare," *J. Sintaks Log.*, vol. 4, no. 1, hal. 7–11, 2024.
 - [11] D. A. Wicaksono, H. Tolle, dan R. K. Dewi, "Rancang Bangun Sistem Pemeriksaan dan Pencatatan Meteran Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dengan Menggunakan Geotagging pada Platform Android," *Univ. Brawijaya*, 2025.
 - [12] Google Team Developers, "Flutter Documentation," *Flutter Documentation*, 2024. <https://flutter.dev/docs> (diakses 11 November 2025).
 - [13] S. A. Bhagat, S. G. Dudhalkar, P. D. Kelapure, A. S. Kokare, dan P. S. A. Bachwani, "Review on Mobile Application Development Based on Flutter Platform," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 10, no. 1, hal. 803–809, 2022, doi: <https://10.22214/ijraset.2022.39920>.
 - [14] Google Team Developers, "ML Kit for Mobile Developers," 2024. <https://developers.google.com/ml-kit> (diakses 19 Desember 2025).
 - [15] SureshKumar, Jaishree, Hareesh, N. Raj, dan 5NaveenKumar, "Optical Character Recognition Reader," *Int. J. Emerg. Technol. Innov. Eng.*, vol. 6, no. 03, hal. 150–155, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://ssrn.com/abstract=3674721>
 - [16] Supabase Inc., "Supabase: The Open Source Firebase Alternative," 2024. <https://supabase.com/docs> (diakses 8 November 2025).
 - [17] R. Widjaya, H. P. Fitriani, dan N. Anggraini, "Perancangan Antarmuka Pengguna (UI/UX) Untuk Aplikasi Perpustakaan Digital SMK Pasundan Rancaekek," *J. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 6, hal. 11701–11707, 2024, doi: <https://10.36040/jati.v8i6.11605>.
 - [18] I. Wahyudi, Fahrullah, F. Alameka, dan Haerullah, "Analisis Blackbox Testing dan User Acceptance Testing Terhadap Sistem Informasi," *J. Teknosains Kodepena*, vol. 04, no. 01, hal. 1–9, 2023, doi: <https://10.54423/jtk.v4i1.54>.
 - [19] R. R. Sukarya, "Perencanaan Strategis Sistem Informasi untuk Menggunakan Metode Ward And Peppard (Studi Kasus : Kantor Pertanahan Kabupaten X)," *J. Inform. dan Komput.*, vol. 13, no. 1, hal. 41–57, 2025, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.piksi.ac.id/index.php/INFOKOM/article/view/2057/>
 - [20] H. P. Fitriani, M. Aripin, P. A. Lestari, D. N. Hasanah, S. Septian, dan I. M. Sanusi, "Analisis Cara Kerja Topologi Jaringan Pada Lab Komputer Smk As-Solehhiyah," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 12, no. 5B, hal. 303–307, 2026, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/13218>
 - [21] B. Hartono, *Cara Mudah dan Cepat Sistem Informasi*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik.
 - [22] S. Fitriyani dan H. P. Fitriani, "Aplikasi Website Peminjaman Perpustakaan Menggunakan Bootstrap (Studi Kasus pada SMK Pasundan Rancaekek)," *J. Inf. Technol.*, vol. 04, no. 02, 2024, doi: <https://10.46229/jifotech.v4i2.929>.
 - [23] C. Ramadhan, H. P. Fitriani, dan F. Rusghana, "Perancangan Antarmuka Penggunaan (Ui/Ux) Pada Aplikasi Rapor Siswa Tk Al-Husna," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3S1, 2025, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/7515>