

PERANCANGAN APLIKASI OPTICAL CHARACTER RECOGNITION BERBASIS BACKPROPAGATION PADA PERANGKAT MOBILE

Toby Zulkarnain¹; Suharyanto²; Anton³

¹Program Studi Teknik Informatika

¹STMIK Nusa Mandiri

¹www.nusamandiri.ac.id

¹tobyzulk3007@nusamandiri.ac.id

²Program Studi Sistem Informasi

²Universitas Bina Sarana Informatika

²www.bsi.ac.id

²suharyanto@bsi.ac.id

³Program Studi Teknik Informatika

³STMIK Nusa Mandiri

³www.nusamandiri.ac.id

³anton@nusamandiri.ac.id



Abstract— Text is one of the most expressive ways of communication, and can be embedded into documents as a means of communicating environmental information. In recent years, there have been many technological advances in the problem of detecting and recognizing text in images and videos. Android is a generation of mobile phone that is very widely used in Indonesia and has high mobility. Text character recognition is usually associated with character recognition that is processed optically and is also known as optical character recognition (OCR). The method used in this system includes image acquisition and character recognition. For prediction of image character recognition using a neural network with backpropagation algorithm, which runs on the Firebase ML Kit service. Firebase ML Kit is used to assist in the OCR computing process that occurs on the Android platform. This application is expected to be one of the alternative media aids in converting image text into digital text quickly. From the test results, the accuracy level of the equal character is 99% from the five test samples.

Keywords: Android, OCR, Backpropagation, Firebase ML Kit

Abstrak—Teks adalah salah satu cara komunikasi yang paling ekspresif, dan dapat disematkan ke dalam dokumen sebagai sarana komunikasi informasi lingkungan. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak kemajuan teknologi masalah pendeteksian dan pengenalan teks dalam gambar dan video. Android merupakan salah satu generasi telepon genggam yang sangat banyak digunakan di Indonesia dan memiliki mobilitas yang tinggi. Pengenalan karakter teks biasanya berkaitan dengan pengenalan karakter yang diproses secara optik dan juga dikenal sebagai optical character recognition (OCR). Metode yang digunakan dalam sistem ini meliputi akuisisi gambar dan pengenalan karakter. Untuk prediksi pengenalan karakter citra menggunakan neural network dengan algoritma backpropagation, yang berjalan di layanan Firebase ML Kit. Firebase ML Kit digunakan untuk membantu dalam proses computing OCR yang terjadi pada platform android. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif media pembantu dalam merubah teks gambar kedalam teks digital secara cepat. Dari hasil pengujian didapatkan tingkat akurasi persamaan karakter sebesar 99% dari ke lima sampel uji.

Kata kunci: Android, OCR, Backpropagation, Firebase ML Kit

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi sangat pesat mempengaruhi masyarakat. dalam beberapa

tahun terakhir, banyak kemajuan teknologi masalah pendeteksian dan pengenalan teks dalam gambar dan video. Teks adalah salah satu cara komunikasi yang paling ekspresif, dan dapat

disematkan ke dalam dokumen sebagai sarana komunikasi informasi lingkungan (Ye & Doermann, 2015).

Pengenalan karakter teks biasanya berkaitan dengan pengenalan karakter yang diproses secara optik dan juga dikenal sebagai *optical character recognition* (OCR). Ide dasar OCR adalah untuk mengkonversi tulisan tangan atau teks cetak menjadi file data yang dapat diedit dan dibaca oleh mesin (Wei, Sheikh, & Rahman, 2018). *Optical Character Recognition* (OCR) adalah sebuah aplikasi komputer yang digunakan untuk mengidentifikasi citra huruf maupun angka untuk dikonversi ke dalam bentuk file tulisan (Hartanto, Sugiharto, & Endah, 2016). Program – program pengenalan karakter melalui masukan berupa citra dengan sebuah alat pemindai atau kamera digital pada perangkat lunak dalam komputer masih terdapat masalah dalam ukuran ruang penyimpanan (Utami, Nurhayati, & Martono, 2016).

Untuk mengatasi keterbatasan pada komputer menghabiskan memori yang besar maka sebuah sistem berbasis smartphone diajukan.

Pengolahan citra digital khususnya sistem OCR terus dikembangkan dalam pemrosesan citra tulisan dengan berbagai metode klasifikasi karakter. Salah satu metode klasifikasi yang terus dikembangkan dalam proses pengenalan karakter yakni *Neural Network* dengan pembelajaran *backpropagation* (Apriyanti & Wahyu Widodo, 2016). Metode ini memiliki pendekatan algoritma yang sederhana dengan akurasi yang baik sehingga memungkinkan untuk diimplementasikan, *well-tested* di lapangan, dan mudah untuk dibentuk ke dalam algoritma yang efisien dan spesifik.

Platform Android merupakan salah satu generasi *mobile phone* yang sangat banyak digunakan di Indonesia sehingga menjadikannya sebagai generasi baru platform mobile yang menarik untuk dikembangkan (Setiawan, Sujaini, & Pn, 2017). Dokumen tulisan tangan dan cetak yang dipindai atau difoto tidak dapat digunakan dengan baik seperti pada format gambar. Terbukti banyak kendala dan melibatkan tenaga keras untuk mengubahnya menjadi data yang dapat diedit komputer.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan aplikasi yang dapat membantu pengguna dalam mengatasi masalah dalam mengubah teks citra menjadi teks digital secara *mobile*. Tanpa memerlukan waktu dan tenaga keras dalam menyelesaikannya masalah tersebut.

BAHAN DAN METODE

A. Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi

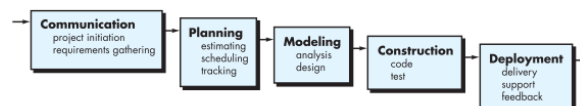
Pada tahap ini penulis mengumpulkan data dengan mengamati kegiatan – kegiatan seseorang dalam menulis kembali citra teks dan tulis untuk diubah menjadi catatan digital.

2. Studi Pustaka

Penulis juga melakukan studi pustaka sebagai tambahan dalam pembuatan aplikasi dan mendapatkan berbagai informasi *tentang optical character recognition* dengan cara mencari buku, yang berhubungan dengan pembahasan yang diperlukan untuk dijadikan referensi dalam penulisan ini.

B. Metode Pengembangan Sistem

Model *waterfall* adalah kadang disebut siklus hidup klasik (*classic life cycle*), menyarankan pendekatan sistematis 2 sekuensial untuk pengembangan perangkat lunak yang dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pelanggan dan berkembang melalui perencanaan, pemodelan, konstruksi, dan penyebaran, yang berpuncak pada dukungan berkelanjutan dari perangkat lunak yang lengkap (Roger S. Pressman & Bruce R. Maxim, 2015).



Sumber: (Roger S. Pressman & Bruce R. Maxim, 2015)

Gambar 1. Model *waterfall*

Pada penelitian ini ada 3 tahap dalam metode *waterfall* yang digunakan oleh penulis antara lain :

- Communication* dalam tahap ini bertujuan untuk mendapatkan rincian kebutuhan dari setiap pengguna aplikasi.
- Planning* dalam proses ini penulis melakukan penjadwalan aktivitas dalam perencanaan pembangunan aplikasi, agar dapat membantu memandu penulis saat melakukan perjalanan dalam menyelesaikan aplikasi sesuai dengan target akhir.
- Modeling* didalam proses ini penulisan melakukan pengumpulan data untuk membangun kebutuhan *software* yang dibutuhkan oleh user. Setelah data didapat, proses akan difokuskan pada desain interface bagi user. Pada pembuatan aplikasi ini, perencanaan desain yang dibutuhkan adalah pembuatan *interface* kamera, *interface* galeri, *interface crop* gambar, dan *interface* hasil teks.
- Construction* pada aktivitas ini penulis menggabungkan pembuatan kode (baik manual atau otomatis) dan pengujian yang diperlukan untuk mengungkap kesalahan dalam kode.

- e. *Deployment* di tahap ini aplikasi dipasang untuk digunakan oleh pengguna. Operasional sistem dari aplikasi akan dipantau dan masukan dari pengguna diterima untuk dilakukan pengembangan yang diperlukan.

C. Metode Algoritma

Backpropagation merupakan algoritma yang dapat digunakan untuk melatih jaringan saraf. Pelatihan jaringan saraf adalah proses menemukan satu set bobot dan nilai bias sehingga untuk satu set input, output yang dihasilkan oleh jaringan saraf yang sangat dekat dengan beberapa nilai target diketahui. Setelah anda memiliki nilai bobot dan bias ini, anda dapat menerapkannya pada nilai input baru di mana nilai output tidak diketahui, dan membuat prediksi (Budiharto, 2016).

Ada banyak variasi dari algoritma *backpropagation* yang dapat diterapkan pada *intelligence surveillance robot*. Karena *backpropagation* menggunakan metode *gradient descent* (turunan dari *squared error function*) dengan memperhatikan bobot dari jaringan adalah :

$$E = \frac{1}{2} (t - y)^2 \dots\dots\dots (1)$$

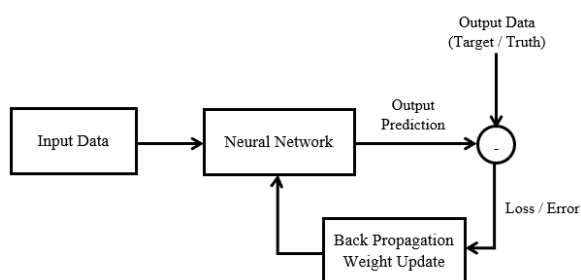
Dimana :

E = merupakan squared error,

T = merupakan target output untuk training sample, dan

Y = merupakan actual output of the output neuron

Proses *training* terdiri dari 2 bagian utama yaitu *Forward Pass* dan *Backward Pass*. Panah hitam kearah kanan dibawah ini adalah *forward pass* dan arah hitam kebawah dan atas adalah *backward pass*.



Sumber: (Sena, 2017)

Gambar 2. *Neural Network Training*

Langkah pertama dalam back-propagasi adalah untuk menghitung nilai-nilai dari *gradien* untuk *node output*. *Gradien* dari sebuah *output node* adalah perbedaan antara nilai *output* dihitung dan nilai yang diinginkan, dikalikan dengan turunan kalkulus fungsi aktivasi yang digunakan oleh lapisan *output*. Kalkulus turunan dari fungsi

aktivasi *softmax* di beberapa nilai *y* hanya *y (1-y)*. Pada Aplikasi, algoritma ini diletakkan pada bagian proses pembacaan objek gambar serta membedakan antara gambar dan teks yang akan di proses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Communication

Pada tahap ini berdasarkan dari data - data yang dikumpulkan dapat dibuat daftar kebutuhan dari sistem aplikasi. Aplikasi ini diharapkan terdapat fitur untuk pemilihan gambar, cropping gambar, dan proses pengenalan teks sehingga fungsi dari aplikasi ini dapat lebih maksimal untuk pengenalan karakter teks.

B. Tahap Planning

Pada tahap ini, pengerjaan daftar kebutuhan sistem sesuai kebutuhan pengguna direncanakan secara sistematis. Tahap komunikasi dilakukan pada bulan pertama hingga kedua, studi literatur dilakukan terus dari bulan pertama hingga bulan terakhir. Tahap pemodelan dilakukan pada bulan ketiga hingga awal bulan keempat. Tahap construction berupa pembuatan perangkat lunak dilakukan pada pertengahan bulan ketiga hingga bulan kelima. Tahap deployment mulai dilakukan pada bulan ketiga pada saat pembuatan perangkat lunak hingga bulan terakhir.

Rancangan aplikasi dikerjakan terlebih dahulu dan menetapkan rancangan algoritma yang akan digunakan.

Sistem pada aplikasi menggunakan algoritma *backpropagation* untuk mendapatkan nilai bobot (*weight*) dan bias yang baik dari satu *set input*, *output* yang terdapat dalam *neural network*.

Fase pertama sebelum menerapkan *backpropagation*, terlebih dahulu harus melakukan *forwardpopagation* untuk pola input dan hitung nilai *error output*. Ubah semua nilai bobot dari matriks bobot dan kembali ke langkah awal hingga nilai *error* semakin kecil. Algoritma akan berakhir, jika semua pola output cocok dengan pola tujuan dan jika error jaringan nol (sempurna) atau mendekati nol. Sehingga sistem dapat mengenali karakter menggunakan informasi yang sudah di *training* oleh *neural network*.

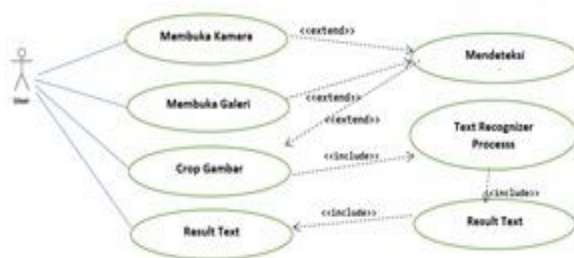
Tahap pembuatan model *Neural Network* melewati 2 proses, yaitu proses pelatihan (*training*) dan proses pengujian (*testing*). Proses ini dilakukan melalui API ML Kit yang ada pada Firebase, dimana proses tersebut telah dilakukan didalam *cloud computing* Firebase.

C. Tahap Modeling

Untuk menggambarkan rancangan yang diterapkan dari sistem aplikasi menggunakan

UML. *Unified Modeling Language* adalah salah satu standar bahasa visual yang banyak digunakan di dunia industri untuk mengidentifikasi requirement, membuat analisis & desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek (S. & Shalahudin, 2018). Perancangan diagram pada *Unified Modeling Language* yang digunakan pada perancangan aplikasi ini.

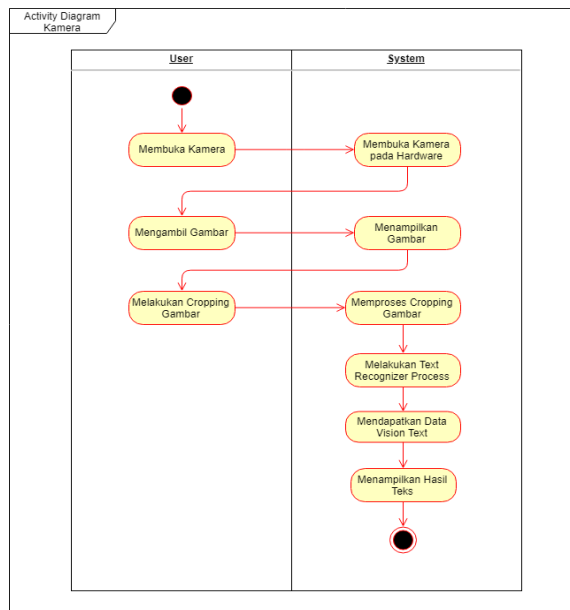
Berikut ini merupakan *use case diagram* yang menggambarkan interaksi user dengan sistem dapat dilihat dibawah ini :



Sumber: (Zulkarnain, Suharyanto, & Anton, 2019)
Gambar 3. Use Case Diagram

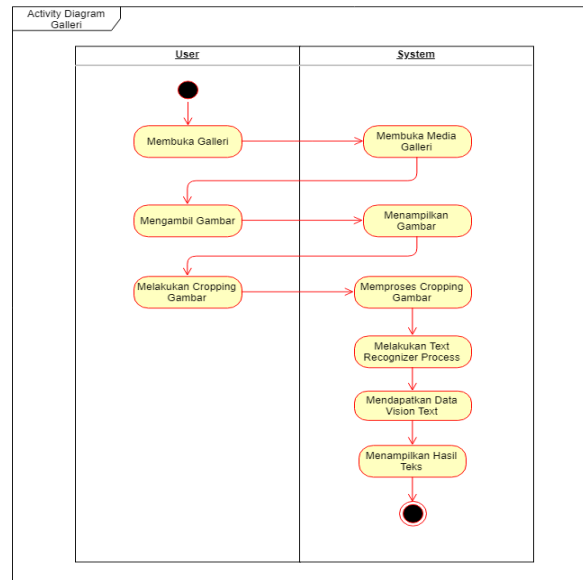
Activity Diagram adalah diagram yang menggambarkan aliran kegiatan atau aktifitas yang ada dalam sistem. Digunakan untuk mendokumentasikan alur kerja pada sebuah sistem. Terdapat dua *activity diagram* yang digunakan pada aplikasi ini.

Pada *activity diagram* kamera menjelaskan aliran aktifitas kerja actor menjalankan aplikasi OCR untuk mengambil gambar yang di *capture* kamera.



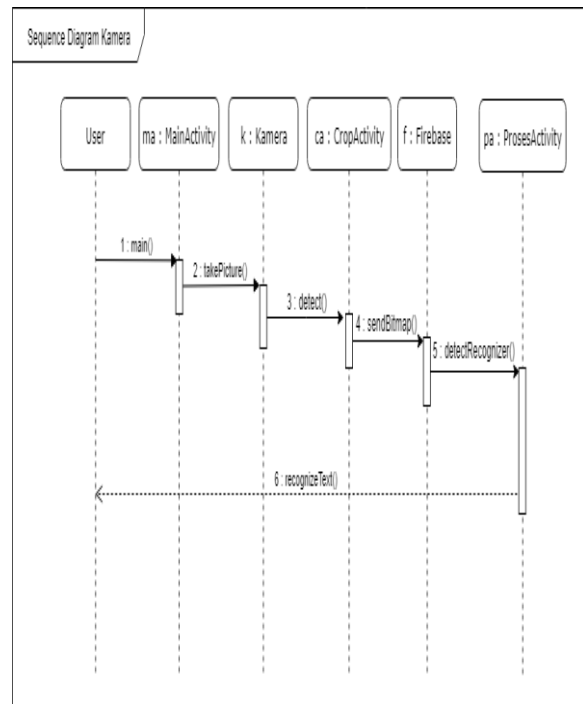
Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)
Gambar 4. Activity Diagram Kamera

Pada *activity diagram* galeri menjelaskan aliran aktifitas kerja actor menjalankan aplikasi OCR untuk mengambil gambar yang tersedia di dalam galeri.



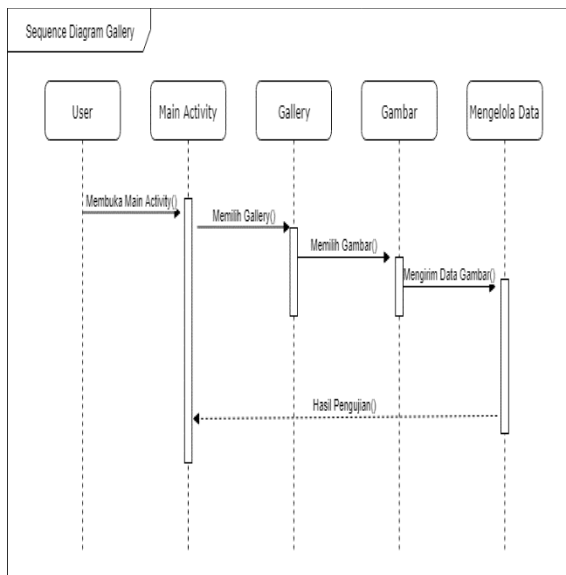
Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)
Gambar 5. Activity Diagram Galeri

Sequence diagram merupakan gambaran interaksi antar objek. Interaksi antar objek berupa pengiriman data antara objek dalam urutan waktu. Pada gambar dibawah ini merupakan *sequence diagram* kamera dan *sequence diagram* galeri.



Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)
Gambar 6. Sequence Diagram Kamera

Sequence Diagram Kamera pada gambar 6 berisi interaksi antara user dengan sistem pada saat proses pengambilan gambar dan pengenalan teks.

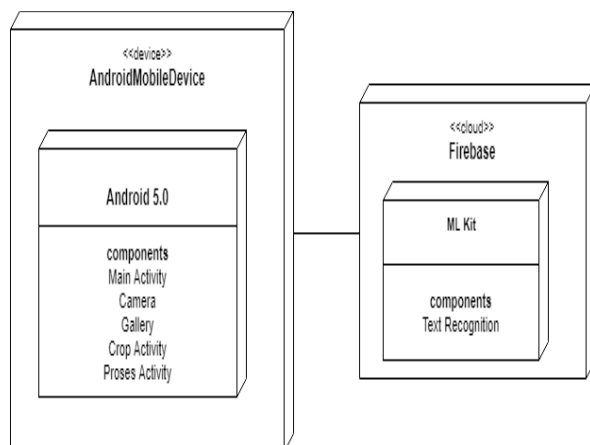


Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)

Gambar 7. *Sequence Diagram* Galeri

Pada gambar 7 diatas, proses *Sequence Diagram* Galeri menampilkan interaksi *User* dalam menampilkan *gallery*, memilih gambar dan mengirimkan data gambar.

Deployment Diagram digunakan untuk menunjukan alokasi artefak pada *node* dalam desain fisik sebuah sistem. Berikut ini merupakan *deployment diagram* dari aplikasi yang akan dibuat:

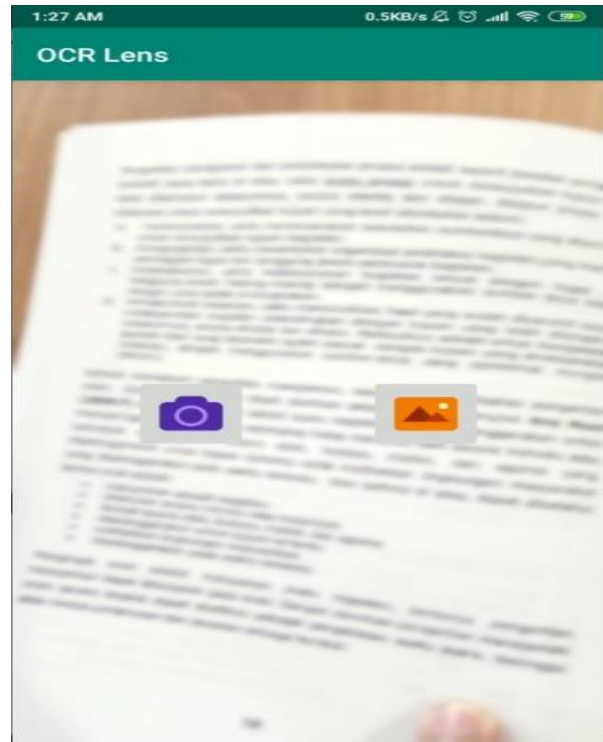


Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)

Gambar 8. *Deployment Diagram*

D. Tahap Construction

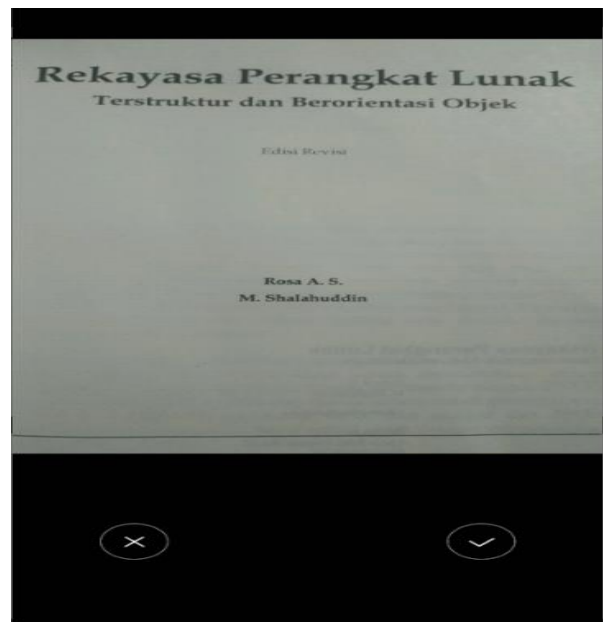
Pada tahap ini penulis melakukan perancangan terhadap implementasi dari aplikasi ini. Perancangan yang dilakukan meliputi halaman yang ada pada sistem, berikut ini hasil dari implementasi aplikasi ini.



Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)

Gambar 9. *User Interface* Main Activity

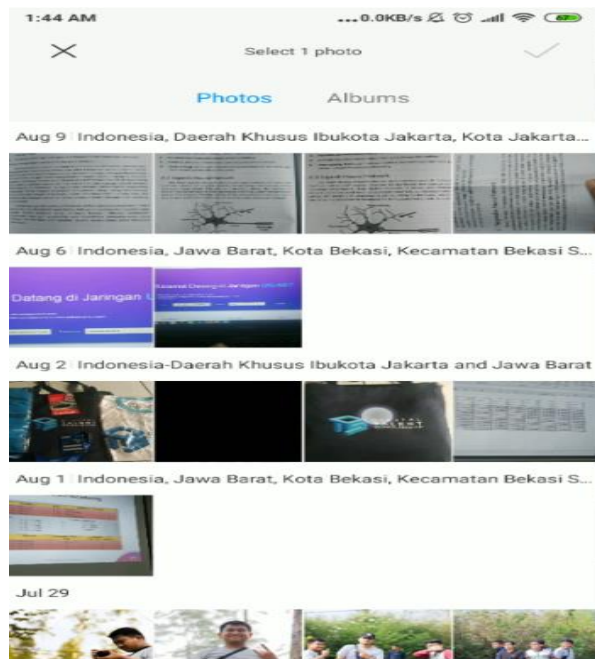
Pada gambar 9, *interface* membaca citra digital berupa teks untuk dapat ditampilkan khususnya huruf maupun angka dan dikonversi ke dalam bentuk file tulisan.



Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)

Gambar 10. *User Interface* Kamera

Pada gambar 10, ditampilkan *user interface* dari kamera yang digunakan untuk membaca data citra digital berupa teks.



Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)

Gambar 11. User Interface Galeri

Gambar 11, menampilkan menu galeri berisi kumpulan gambar yang ada pada perangkat yang terinstal aplikasi untuk dapat dipilih sesuai kebutuhan.

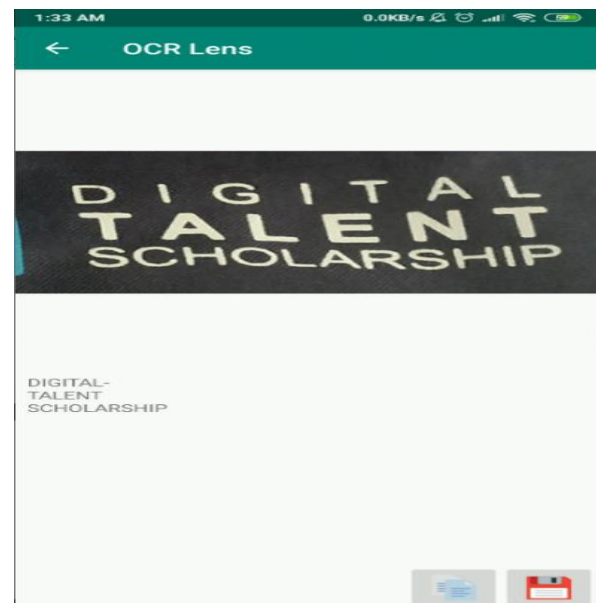


Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)

Gambar 12. User Interface Crop Activity

Pada gambar 12, *User Interface Crop Activity* ditampilkan hasil pengambilan gambar dan

pemotongan gambar dari objek yang dibaca oleh aplikasi.



Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)

Gambar 13. User Interface Process Activity

Gambar 13, menampilkan proses aktivitas dari pembacaan aplikasi pada gambar yang akan diambil teksnya.

Berikut adalah *pseudocode* untuk menemukan karakter dari *error output* yang akan di *training* dan *testing* menggunakan algoritma *Backpropagation* pada sistem.

Cloud API Firebase :

```
Menginisialisasi Bobot Pada Semua Neuron
Mendapatkan Pola X dan Struktur Jaringan
Feedforward
Then
Mengolah Proses Error Then
Mengatur Bobot Output
If Banyak Hidden Layer Then
    Mencari Nilai Dengan Rumus Then
    Mengatur Bobot pada Hidden Layer Then
    Kembali ke Baris 5
ElseIf Pola > 1 Then
    If Ya = Kembali ke Baris 2
    Else
        Cek E < Emax ? Then
            If Ya = Stop
                Else E=0 Then Kembali ke Baris 2
            EndIf
        EndIf
```

EndIf

EndIf

Pada tahap ini juga sistem aplikasi akan diuji coba oleh penulis kemudian baru diuji coba kepada para pengguna. Dalam pengujian terhadap aplikasi penulis melakukan 2 pengujian yaitu *black box* dan pengujian citra. Berikut adalah beberapa pengujian yang dilakukan :

Tabel 1. Pengujian Black Box

No	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	Menampilkan kamera dari <i>hardware</i>	Tampil kamera dari <i>hardware</i>	Berhasil
2	Menampilkan hasil foto dan menampilkan <i>crop activity</i>	Tampil hasil foto dan menampilkan <i>crop activity</i>	Berhasil
3	Menampilkan galeri pada perangkat	Tampil galeri dari perangkat	Berhasil
4	Menampilkan <i>main activity</i>	Tampil <i>main activity</i>	Berhasil
5	Menampilkan gambar yang dipilih dan menampilkan <i>crop activity</i>	Tampil gambar yang dipilih dan menampilkan <i>crop activity</i>	Berhasil
6	Menampilkan <i>process activity</i>	Tampil <i>process activity</i>	Berhasil
7	Menampilkan <i>main activity</i>	Tampil <i>main activity</i>	Berhasil
8	Menyalin teks ke <i>clipboard</i>	Salin teks ke <i>clipboard</i>	Berhasil
9	Menyimpan teks ke direktori aplikasi	Simpan teks ke direktori aplikasi	Berhasil
10	Menampilkan <i>crop activity</i>	Tampil <i>crop activity</i>	Berhasil

Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)

Untuk mendapatkan hasil data pengujian citra yang baik, penulis melakukan uji akurasi pada 5 sample uji yang diambil melalui kamera dan *screenshot* pada galeri.

Tabel 2. Pengujian Citra

No	Devices	Sampel Uji	Akurasi (%)
1	Kamera	Algoritma yang populer seperti: Classification, Regression, Clustering, dan Dimensionality Reduction, dan juga model-model evaluasi yang populer seperti: Train/Test Split, Gradient Descent, dan Mean Squared Error.	98%
	Galeri	Algoritma yang populer seperti: Classification, Regression, Clustering, dan Dimensionality Reduction, dan juga model-model evaluasi yang populer seperti: Train/Test Split, Gradient Descent, dan Mean Squared Error.	100%

1	Kamera	Materi berikutnya adalah Deep Learning dengan TensorFlow dan GPU. Pelatihan ini akan fokus pada isi praktis disertai dengan praktek	99%
2	Galeri	Materi berikutnya adalah Deep Learning dengan TensorFlow dan GPU. Pelatihan ini akan fokus pada isi praktis disertai dengan praktek.	100%
3	Kamera	Kamu adalah "natural-born leader" yang visioner, progresif, dan tak ragu berkompetisi untuk mencapai tujuan. Dengan rasa ingin tahu dan minat yang besar, kamu juga cenderung logis, kritis dan tajam dalam memecahkan sebuah persoalan.	98%
	Galeri	Kamu adalah "natural-born leader" yang visioner, progresif, dan tak ragu berkompetisi untuk mencapai tujuan. Dengan rasa ingin tahu dan minat yang besar, kamu juga cenderung logis, kritis dan tajam dalam memecahkan sebuah persoalan.	99%
4	Kamera	Karena itu kamu dikenal sebagai pribadi yang tegas, tidak suka basa-basi. Kamu juga menerapkan standar tinggi dalam segala hal, dan akan menjadi sangat kritis apabila standar ini tidak tercapai.	100%
	Galeri	Karena itu kamu dikenal sebagai pribadi yang tegas, tidak suka basa-basi. Kamu juga menerapkan standar tinggi dalam segala hal, dan akan menjadi sangat kritis apabila standar ini tidak tercapai.	100%
5	Kamera	Select a file to send by clicking the "Browse" button. You can then select photos, audio, video, documents or anything else you want to send. The maximum file size is 500 MB.	100%
	Galeri	Select a file to send by clicking the "Browse" button. You can then select photos, audio, video, documents or anything else you want to send. The maximum file size is 500 MB.	100%

Sumber: (Zulkarnain et al., 2019)

E. Tahap Deployment

Tahapan terakhir ini merupakan tahapan implementasi software ke customer, perbaikan software, evaluasi software, dan pengembangan software berdasarkan umpan balik yang diberikan agar sistem dapat tetap berjalan dan berkembang sesuai dengan fungsinya.

Aplikasi ini dapat memberikan hasil proses penyalinan teks gambar menjadi teks digital setelah dilakukan pembacaan pada objek yang

dimasukkan. Berdasarkan hasil uji coba kepada pengguna aplikasi, aplikasi *Optical Character Recognition* Berbasis *Backpropagation* pada perangkat *mobile* ini telah memenuhi kebutuhan masing-masing pihak, terbukti dengan hasil uji coba yang dilaksanakan kepada masing-masing pihak yang menyatakan layak untuk digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan beserta Perancangan Aplikasi *Optical Character Recognition* Berbasis *Backpropagation* pada Perangkat *Mobile*, maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut: Aplikasi yang dibangun adalah sebuah aplikasi yang terdiri dari teks dalam gambar.

Dengan menerapkan teknologi Firebase pada aplikasi dapat memudahkan penulis dalam perancangan dan pembangunan aplikasi *Optical Character Recognition* Berbasis *Backpropagation* pada Perangkat *Mobile*. Dengan memanfaatkan fitur teknologi Firebase ML Kit *Text Recognition* pada aplikasi ini, dapat membantu dalam kecepatan proses *computing* pada saat melakukan *recognition text*. Dari hasil pengujian dari ke 5 sampel gambar mendapatkan hasil rata-rata akurasi 99% dari persamaan karakter gambar dengan hasil teks. Dengan aplikasi ini diharapkan user dapat lebih cepat dalam mencatat teks digital.

Aplikasi ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam melakukan proses penyalinan teks gambar menjadi teks digital secara fleksibel dengan perangkat telepon pintar yang mereka miliki. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif media pembantu dalam merubah teks gambar kedalam teks digital secara cepat.

REFERENSI

- Apriyanti, K., & Wahyu Widodo, T. (2016). Implementasi Optical Character Recognition Berbasis Backpropagation untuk Text to Speech Perangkat Android. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 6(1), 13. <https://doi.org/10.22146/ijeis.10767>
- Budiharto, W. (2016). *Machine Learning & Computational Intelligence* (1st ed.; T. A. Prabawati, ed.). Yogyakarta: Andi Offset.
- Hartanto, S., Sugiharto, A., & Endah, S. N. (2016). Optical Character Recognition Menggunakan Algoritma Template Matching Correlation. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 5(9), 1-12. <https://doi.org/10.14710/jmasif.5.9.1-12>

- Roger S. Pressman, & Bruce R. Maxim. (2015). *SOFTWARE ENGINEERING: A PRACTITIONER'S APPROACH*, EIGHTH EDITION Published. In Vincent Bradshaw (Ed.), *McGraw-Hill Education* (Eighth, Vol. 8). 2 Penn Plaza, New York, NY 10121: Raghu Srinivasan.

- S., R. A., & Shalahudin, M. (2018). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek* (revisi). Bandung: Informatika Bandung.

- Sena, S. (2017). Pengenalan Deep Learning Part 3 : BackPropagation Algorithm. Retrieved August 12, 2019, from Medium website: <https://medium.com/@samuelsena/pengenalan-deep-learning-part-3-backpropagation-algorithm-720be9a5fbb8>

- Setiawan, A., Sujaini, H., & Pn, A. B. (2017). Implementasi Optical Character Recognition (OCR) pada Mesin Penerjemah Bahasa Indonesia ke Bahasa Inggris. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (JUSTIN)*, 5(2), 135-141. Retrieved from <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/justin/article/download/18726/15775>

- Utami, A. E., Nurhayati, O. D., & Martono, K. T. (2016). Aplikasi Penerjemah Bahasa Inggris – Indonesia dengan Optical Character Recognition Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 4(1), 167. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.4.1.2016.167-177>

- Wei, T. C., Sheikh, U. U., & Rahman, A. A.-H. A. (2018). Improved optical character recognition with deep neural network. *2018 IEEE 14th International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA)*, (March), 245-249. <https://doi.org/10.1109/CSPA.2018.8368720>

- Ye, Q., & Doermann, D. (2015). Text Detection and Recognition in Imagery: A Survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 37(7), 1480-1500. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2014.2366765>

- Zulkarnain, T., Suharyanto, & Anton. (2019). *Laporan Penelitian*.