

Deteksi Dan Ekstraksi Pada Lembar Jawaban Komputer Menggunakan Metode Mask Region Convolutional Neural Network (Mask R-CNN)

Nurul Hasaniyah¹, Gulpi Qorik O.P., S.Pd., M.Kom², Zainal Arifin, M.Kom³
^{1,2,3} Universitas Nurul Jadid, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel

Diterima: 24-04-2024

Disetujui: 11-05-2024

Kata Kunci

deteksi;
ekstraksi;
lembar jawaban;
Mask R-CNN;

zainal@unuja.ac.id

ABSTRAK

Lembar Jawaban Komputer (LJK) merupakan lembar jawaban yang digunakan untuk melakukan ujian secara tertulis. Pemeriksaan LJK harus menggunakan alat scanner khusus, mengingat harga scanner sangat mahal maka penelitian ini bermaksud untuk menguji metode atau membuat aplikasi pengolahan citra digital untuk mendeteksi lembar jawaban komputer menggunakan metode Mask R-CNN. Mask Regional Convolutional Neural Network (Mask R-CNN) adalah jaringan saraf yang sepenuhnya konvolusi yang dibangun diatas peta fitur berbasis ConvNet. Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi dan ekstraksi Lembar Jawaban Komputer (LJK) menggunakan metode Mask Region Convolutional Neural Network (Mask R-CNN) dengan background terang, background agak gelap, dan background gelap secara otomatis. Hasil akhir dari penelitian ini adalah terciptanya suatu aplikasi untuk mendeteksi dan ekstraksi lembar jawaban komputer secara otomatis dengan berbagai background yaitu background terang, background agak gelap, dan background gelap.

1. PENDAHULUAN

Evaluasi dalam pendidikan merupakan langkah yang penting sebagai salah satu upaya pengendalian mutu pendidikan untuk bentuk akuntabilitas penyelenggaraan pendidikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan sesuai dengan Undang-Undang Nomer 20 Tahun 2003 Pasal 57 (ayat 1)[1]. Hasil evaluasi sering dijadikan umpan balik bagi guru untuk menyempurnakan dalam memperbaiki program dan kegiatan pembelajaran [2]. Evaluasi dilakukan terhadap peserta didik, lembaga dan program pendidikan jalur formal dan nonformal untuk semua jenjang dan jenis pendidikan sesuai dengan Undang-Undang Nomer 20 Tahun 2003 Pasal 57 (ayat 2) [3]. Penilaian hasil belajar siswa harus dilakukan secara seimbang untuk memantau proses, kemajuan dan peningkatan hasil berupa ulangan, Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS) dan Ujian Nasional (UN) yang biasanya dilakukan dengan melakukan pengisian Lembar Jawaban Komputer (LJK) [4].

Lembar jawaban komputer (LJK) merupakan formulir isian berupa kertas yang akan diolah dengan komputer [5]. Lembar Jawaban Komputer (LJK) biasanya digunakan untuk evaluasi berbentuk pilihan ganda, kuisisioner, formulir registrasi dan pendataan pada umumnya [6]. Lembar Jawaban Komputer (LJK) yang ada saat ini rata-rata menggunakan teknik pilihan ganda dimana pilihannya harus menghitamkan salah satu pilihan ganda [7]. Selain itu, untuk melakukan pemeriksaan Lembar Jawaban Komputer (LJK) membutuhkan waktu yang lama, harap mencocokkan satu persatu dengan kunci jawaban [8].

Penggunaan LJK jauh lebih murah, tetapi pada saat ini pengujian menggunakan LJK harus memiliki alat pemindai dan alat tersebut harganya cukup mahal tidak semua sekolah maupun Lembaga Pendidikan yang mampu membeli ataupun yang bisa menggunakan alat

pemindai karena harganya mahal, maka hanya bisa digunakan oleh orang-orang tertentu atau pada saat *event* tertentu seperti Ujian Nasional dan *Try Out*, sedangkan banyak pengajar tidak bisa menggunakannya untuk evaluasi belajar siswa baik itu ujian harian dan tengah semester karena penggunaannya yang terbatas [9]. Oleh karena itu dibutuhkan suatu solusi agar pengajar dapat dengan mudah memindai LJK tanpa harus menggunakan alat pemindai resmi [10].

Terdapat penelitian sebelumnya yang telah melakukan sebuah Deteksi dan Ekstraksi Lembar Jawaban Komputer Menggunakan Deteksi Tepi dan Transformasi Perspektif Dalam Koreksi Lembar Jawaban Komputer untuk *Try Out*. Aplikasi yang dibuat mempunyai fitur utama untuk mengoreksi LJK dengan salah satu metode deteksi tepi yang optimal sehingga tingkat kesalahan dalam koreksi dapat diminimalisir. Metode *canny* juga merupakan metode deteksi tepi yang dapat dikolaborasikan dengan metode lain seperti *hough transformation* dan lain-lain. Hal ini dikarenakan deteksi *canny* yang dapat mendeteksi tepi objek secara optimal. Dan operator yang digunakan adalah operator sobel. *Hough circle/Hough Transformation* pada penelitian ini digunakan untuk mendeteksi objek khusus lingkaran tanpa mengkhawatirkan *noise* / derau dari citra LJK. Dengan begitu akurasi untuk mendeteksi objek lingkaran dapat ditingkatkan. Tetapi pada penelitian ini Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* yang cerah dan hampir sama dengan objek tidak berhasil terdeteksi secara otomatis dan baik.

Berdasarkan permasalahan di atas, judul yang diambil pada penelitian ini adalah “Deteksi dan Ekstraksi Lembar Jawaban Komputer (LJK) Menggunakan Metode *Mask Region Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN)” dengan pengambilan dataset berupa hasil foto Lembar Jawaban Komputer (LJK) yang difoto menggunakan kamera *handphone* dengan berbagai *background* terang, agak terang dan gelap, dengan harapan mendapat hasil yang akurat.

2. METODE

2.1 Pengumpulan Dataset

Data yang diambil adalah foto lembar jawaban komputer yang dibuat secara sintesis sebanyak lebih dari 860 lembar di *background* yang berbeda dari 50 isian jawaban. Proses pengambilan gambar dilakukan di berbagai tempat seperti ruang terbuka dan ruang tertutup serta yang terdiri dari beberapa *background* terang, agak gelap, dan gelap serta dengan berbagai objek dalam satu gambar dengan waktu dan kondisi yang berbeda pada saat malam hari atau siang hari dari pukul 08:00 sampai pukul 20:00 dengan tujuan mendapatkan gambar dengan kecerahan yang berbeda-beda. Alat yang digunakan adalah *handphone* Redmi Note 8 Pro dengan spesifikasi kamera 64 MP yang bertujuan untuk mendapatkan gambar yang lebih jelas. Cara foto gambar lembar jawaban komputer adalah dengan jarak yang bervariasi, dengan orientasi dan *background* yang berbeda.

2.2 Pre-Processing

Pre-processing adalah tahapan yang dilakukan sebelum melakukan deteksi dan ekstraksi Lembar Jawaban Komputer (LJK). Dalam tahap *pre-processing* langkah yang dilakukan adalah *resize image* menggunakan salah satu aplikasi yang ada di *handphone* yaitu *image compressor* yang berfungsi untuk memperkecil ukuran *file* pada *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) yang bertujuan untuk mempercepat pada saat mengunggah *dataset* gambar LJK.

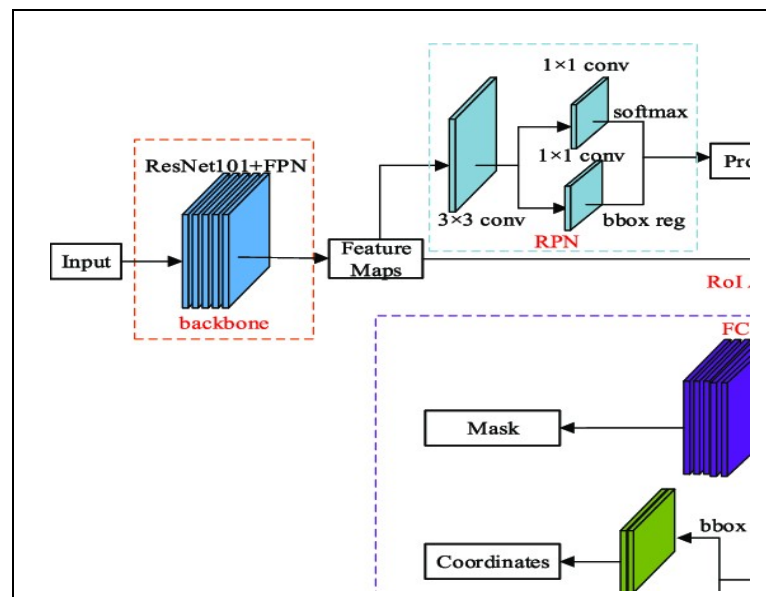
2.3 Anotasi Data

Setelah resolusi pada gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) diperkecil ada keterangan yang harus dibuat, artinya memberi tahu dimana letak Lembar Jawaban Komputer (LJK) pada gambar agar saat uji coba metode *Mask Region Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN) dapat mendeteksi Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan akurat. Ada banyak *software* yang bisa digunakan, tetapi yang paling mudah digunakan dan tercepat adalah

makesense.ai. Makesense.ai adalah alat daring yang bisa digunakan secara gratis dan dapat digunakan untuk memberi keterangan pada foto. Dataset yang berjumlah lebih dari 860 gambar di *input* ke makesense.ai lalu diberikan keterangan dengan membuat kotak *polygon* pada Lembar Jawaban Komputer. Setelah satu-persatu gambar sudah diberikan keterangan akan disimpan di sebuah folder dengan nama file *nia.json*.

2.4 Implementasi Metode Mask Region Convolutional Neural Network (Mask R-CNN)

Konfigurasi parameter yang digunakan untuk pembentukan model Mask R-CNN dalam penelitian ini akan mengacu pada kemampuan komputasi dan besaran memori pada kartu grafis. Hal ini dilakukan agar kartu grafis mampu memproses gambar sebab beban komputasi dengan Mask RCNN ini memerlukan resource yang tinggi. Pada penelitian yang sama pula. Menggunakan model Mask R-CNN untuk mendeteksi objek Lembar Jawaban Komputer (LJK). Menerapkan ukuran 2448×3264 *pixel* ukuran file gambar kurang lebihnya 266KB sebagai gambar masukan yang diberikan kepada model. Selanjutnya pembentukan model dilakukan oleh penelitian ini dengan konfigurasi parameter yang diperjelas. Seperti gambar 1 diagram metode Mask R-NN dibawah ini.



Gambar 1. Diagram metode Mask R-CNN

2.5 Uji Coba

Tahap yang terpenting dalam penelitian ialah uji coba untuk menentukan apakah suatu metode berhasil dikembangkan atau gagal. Untuk tahap ini dilakukan uji coba terhadap metode *Mask Region Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN) dalam mendeteksi dan ekstraksi Lembar Jawaban Komputer (LJK). Pengujian hanya berfokus pada metode *Mask Region Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN) yang diuji coba dengan menggunakan *python*. Terdapat 3 pengujian pada tahap uji coba yaitu menguji *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* terang, uji coba data gambar lembar jawaban komputer dengan *background* agak gelap, dan uji coba data gambar lembar jawaban komputer dengan *background* gelap. Data uji terdiri dari 150 gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) dimana masing-masing dengan *background* terang 50 gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK), *background* agak gelap 50 gambar Lembar Jawaban Komputer, dan *background* gelap 50 gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK).

Untuk menghitung tingkat akurasi (*accuracy*), tingkat presisi (*precision*), dan tingkat sensitivitas (*recall*) suatu metode, diperlukan pemahaman tentang variabel yang akan dinilai. Terdapat 4 variabel kemungkinan dari hasil deteksi yang harus dipahami yaitu nilai *True*

Positive, True Negative, False Positive, dan False Negative. Penjelasan tentang variabel-variabel tersebut akan dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Uji Coba

<i>Predicted Value</i>	<i>Actual Values</i>	
	<i>Positif</i>	<i>Negatif</i>
<i>Positif</i>	<i>TP</i>	<i>FP</i>
<i>Negatif</i>	<i>FN</i>	<i>TN</i>

- a. *True Positive (TP)* atau Benar Positif adalah kasus dimana objek diprediksi positif oleh sistem dan prediksi sistem memang benar adanya.
- b. *True Negative (TN)* atau Benar Negatif adalah kasus dimana objek diprediksi negatif oleh sistem dan prediksi sistem memang benar adanya.
- c. *False Positive (FP)* atau Salah Positif adalah kasus dimana objek diprediksi positif oleh sistem tetapi kenyataannya adalah objek bernilai negatif.
- d. *False Negative (FN)* atau Salah Negatif adalah kasus dimana objek diprediksi negatif oleh sistem tetapi kenyataannya adalah objek bernilai positif.

Pengertian dan persamaan masing-masing parameter uji coba seperti *accuracy*, *precision*, dan *recall* akan dijelaskan berdasarkan variabel pada Tabel 1.

a. *Accuracy*

Accuracy atau akurasi merupakan rasio prediksi benar positif dan benar negatif (TP + TN) dibandingkan dengan keseluruhan data (TP + FP + TN + FN). Persamaan tersebut seperti pada Persamaan 3.1.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad \text{-----} \quad (3.1)$$

b. *Precision*

Precision atau presisi merupakan rasio prediksi benar positif (TP) dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif (TP + FP). Persamaannya seperti pada Persamaan 3.2

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad \text{-----} \quad (3.2)$$

c. *Recall*

Recall atau sensitivitas merupakan rasio prediksi benar positif (TP) dibandingkan dengan keseluruhan data yang bernilai positif pada data sebenarnya atau yang berada pada *actual class-yes* (TP + FN). Persamaannya seperti pada Persamaan 3.3.

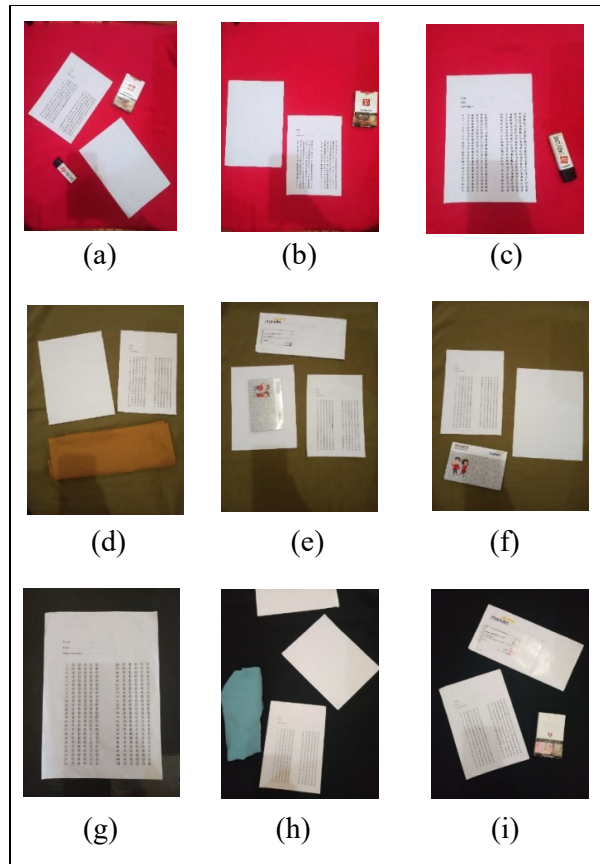
$$Precision = \frac{TP}{TP+FN} \quad \text{-----} \quad (3.3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Dataset

Pada penelitian ini *dataset* yang digunakan sebanyak 863 data citra Lembar Jawaban Komputer (LJK) yang diambil di beberapa *background* yang berbeda. *Background* terang, *background* agak gelap, dan *background* gelap. Dari 863 data citra Lembar Jawaban Komputer (LJK) akan *dibagi* menjadi 3 kelompok yaitu *dataset* dengan *background* terang sebanyak 239 data citra Lembar Jawaban Komputer (LJK), *dataset* dengan *background* agak gelap sebanyak 542 data citra Lembar Jawaban Komputer (LJK), dan *dataset* dengan *background* gelap sebanyak 82 data citra Lembar Jawaban Komputer (LJK). Masing-masing

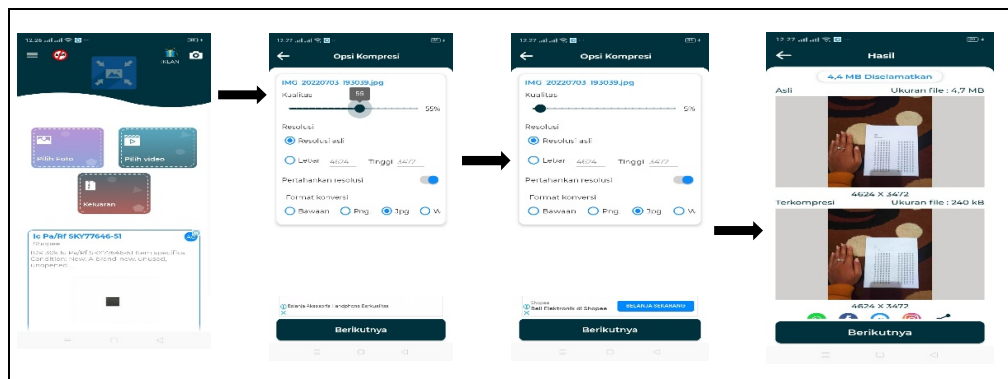
data citra Lembar Jawaban Komputer (LJK) tersimpan dalam *format* *.jpg dengan ukuran 899x1441 *pixels*. Gambar 2 merupakan hasil dari pengumpulan *dataset*.



Gambar 2. *Dataset* (a-c) *Dataset Background Terang*, (d-f) *Dataset Background Agak Gelap*, (g-i) *Dataset Background Gelap*.

3.2 Pre-Processing

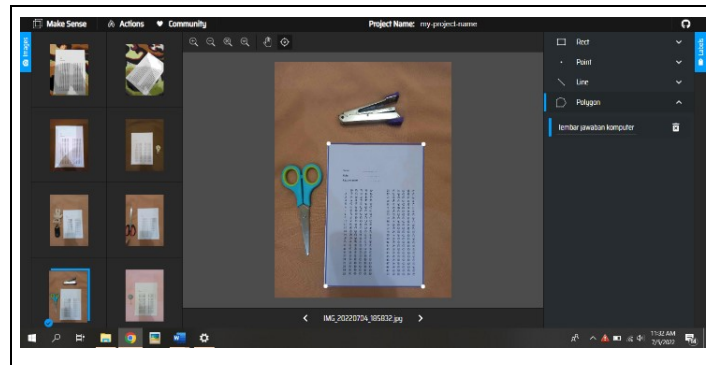
Dalam tahap *pre-processing* langkah yang dilakukan ialah memperkecil ukuran *file image* pada *dataset* Lembar Jawaban Komputer (LJK). Untuk memperkecil ukuran *file image* Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* yang terang, agak gelap dan terang menggunakan salah satu aplikasi yang ada di *handphone* yaitu *image compressor* dari 5,05MB menjadi 266KB, dengan *format* *.jpg. Gambar 3 menampilkan proses memperkecil ukuran *file* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) menggunakan *image compressor*.



Gambar 3. Proses memperkecil ukuran *file* dataset LJK menggunakan *image compressor*

3.3 Anotasi Data

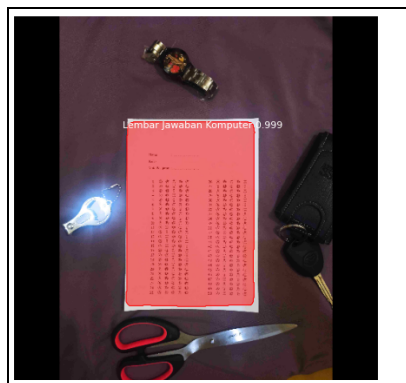
Setelah ukuran file pada gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) diperkecil ada keterangan yang harus dibuat, artinya memberi tahu dimana letak Lembar Jawaban Komputer (LJK) pada gambar agar saat uji coba metode *Mask Region Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN) dapat mendeteksi Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan akurat. Ada banyak *software* yang bisa digunakan, tetapi yang paling mudah digunakan dan tercepat adalah *makesense.ai*. *Makesense.ai* adalah alat daring yang bisa digunakan secara gratis dan dapat digunakan untuk memberi keterangan pada foto. Cara menggunakan *makesense.ai* tidak perlu mendaftar akun terlebih dahulu, cukup dengan membuka *google chrome* dan ketik pada kolom pencarian *makesense.ai* maka akan muncul halaman pada gambar untuk membuat anotasi seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses dari pembuatan keterangan pada dataset di *maksense.ai*.

3.4 Hasil Training Metode Mask Region Convolutional Neural Network (Mask R-CNN)

Pada tahap ini merupakan tahapan yang memaparkan terkait pengolahan data yang telah diproses sebelumnya, dijelaskan agar dapat mendeteksi objek sesuai satu kelas yang telah dibuat sebelumnya yaitu Lembar Jawaban Komputer (LJK) yang menghasilkan satu kategori yaitu Lembar Jawaban Komputer (LJK). *Dataset* yang merupakan bahan utama dalam penelitian ini sebelumnya yang telah disimpan dalam *google drive* untuk mempermudah proses pemanggilan data yang diinginkan. Setelah bahan utama *dataset* disiapkan, maka selanjutnya mengimplementasikan metode Mask R-CNN. Beberapa tahapan dalam implementasi *dataset* dengan metode *Mask Region Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN) yaitu tahap data *training*. Data *training* atau *train* metode Mask R-CNN yang memiliki beberapa langkah yaitu *Update to Tensorflow 2.5*, *installation*, *image dataset*, *training*, *detection (test your model on a random image)*. Segala proses yang dilakukan dalam implementasi metode Mask R-CNN dilakukan melalui *google colab*. Gambar 5 merupakan hasil dari *training* metode Mask R-CNN.



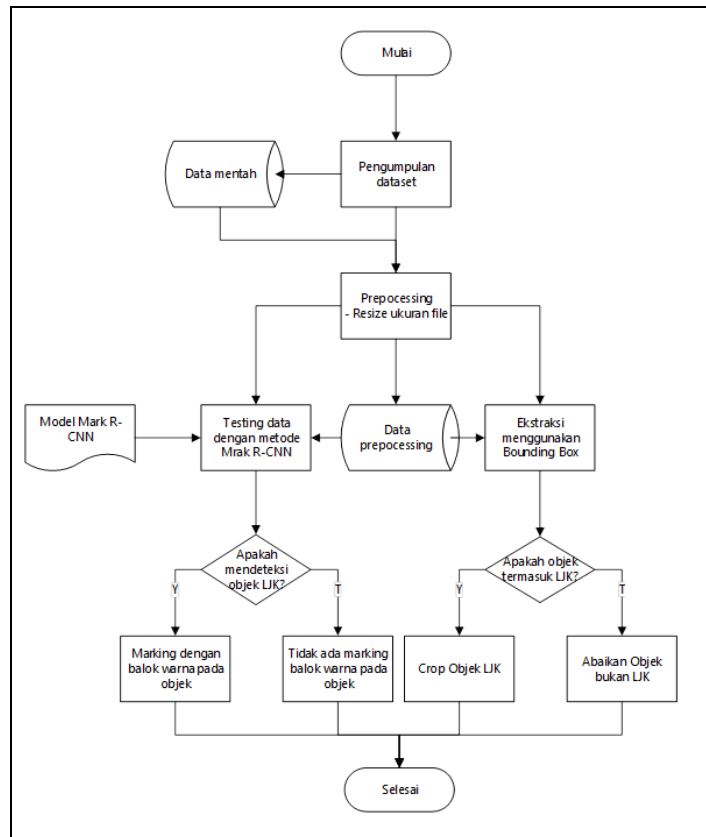
Gambar 5. Merupakan hasil *training* metode Mask R-CNN

3.5 Testing Mask Region Convolutional Neural Network (Mask R-CNN)

Testing metode *Mask Region Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN) merupakan tahapan pengujian metode Mask R-CNN yang ditunjukkan agar dapat mengetahui tingkat keberhasilan model. Proses yang dilakukan hamper sama dengan proses *training* dengan menggunakan *google colaboratory*[1]. Dengan semua *dataset* yang akan digunakan sudah diunggah ke *google drive*. Dalam melakukan uji coba atau *testing* memiliki beberapa langkah yaitu, pengambilan *dataset* gambar LJK yang berjumlah 150 gambar LJK, *pre-processing*, melakukan update *tensorflow 2.5.0*, *installation* Mask R-CNN, memanggil *dataset* yang ada di *google drive* ke *google colaboratory*, mengunggah model yang ada pada *training dataset*, dan mengunggah *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) yang sudah dibagi menjadi 3 kelompok dengan *background* terang, agak gelap, dan gelap

3.5.1 Bagan Alur Sistem (Flowchart)

Flowchart yang digunakan pada penelitian ini adalah flowchart program, dideskripsikan pada . Gambar 6 merupakan *flowchart* program *testing* metode Mask R-CNN.

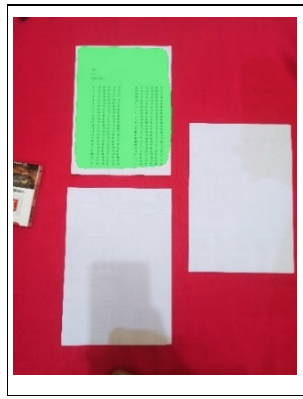


Gambar 6. Merupakan *flowchart* program *testing* metode Mask R-CNN

3.5.2 Hasil Testing Mask Region Convolutional Neural Network (Mask R-CNN)

Berikut hasil dari *testing* Mask R-CNN terhadap *dataset* Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* terang, *background* agak gelap, dan *background* gelap.

- a) Hasil *testing* Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* terang.



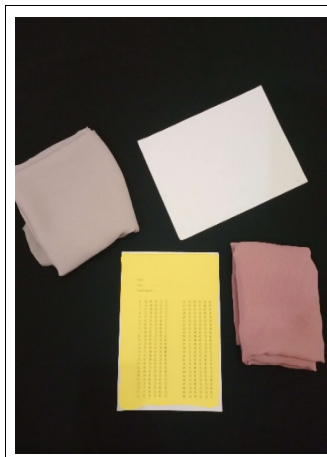
Gambar 7. Hasil testing LJK *background* terang

- b) Hasil testing Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* agak gelap.



Gambar 8. Hasil testing LJK *background* agak gelap

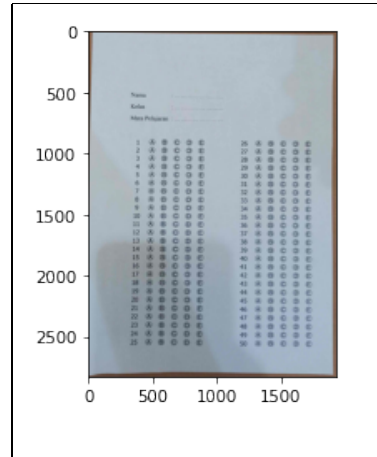
- c) Hasil testing Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* gelap.



Gambar 9. Hasil testing LJK *background* gelap

3.5.3 Hasil Ekstraksi Mask R-CNN Image Cropping Menggunakan Bounding Box

Untuk mendapatkan hasil dari bagian tertentu *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan ukuran tertentu maka pada tahapan ini melakukan uji coba menggunakan Mask R-CNN *image cropping* menggunakan *bounding box*. Gambar 10 merupakan hasil dari ekstraksi atau *image cropping*.



Gambar 10. hasil ekstraksi atau *cropping dataset* gambar LJK

3.5.3 Hasil Measurement

Hasil pengukuran dilakukan pada *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) yang berjumlah 150 *dataset* gambar, masing-masing berisi 50 *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* terang, 50 *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* agak gelap, dan 50 *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) dengan *background* gelap. Tabel 2 merupakan hasil uji coba *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK).

Tabel 2. Hasil uji coba *dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK)

Dataset	Total	Benar	Salah	Tingkat Akurasi
LJK <i>Background</i> Terang	50	50	0	100%
LJK <i>Background</i> Agak Gelap	50	50	0	100%
LJK <i>Background</i> Gelap	50	50	0	100%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan penelitian, uji coba, dan membahas secara rinci. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Metode *Mask Region Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN) berhasil digunakan untuk mendeteksi citra Lembar Jawaban Komputer (LJK) terhadap 3 jenis *background* yaitu *background* terang, *background* agak gelap, dan *background* gelap.
2. Metode *Mask Region Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN) pada *dataset* Lembar Jawaban Komputer (LJK) berhasil di uji coba melalui beberapa tahapan yaitu pengumpulan *dataset*, *pre-processing*, anotasi data, implementasi metode Mask R-CNN, dan uji coba.
3. *Dataset* gambar Lembar Jawaban Komputer (LJK) yang terdapat beberapa objek seperti kertas putih atau buku yang ukuran dan warna yang hampir sama dengan Lembar Jawaban Komputer (LJK) metode Mask R-CNN juga berhasil mendeteksi Lembar Jawaban Komputer (LJK).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. M. Akbar, F. Rizal and W. J. Shudiq, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Deteksi Kesegaran Telur Berbasis Android," *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, vol. 8, no. 1, pp. 1-10, 2023.
- [2] E. Nugraha, "Evaluasi Pendidikan," pp. 108-109, 2018.
- [3] E. N. *Deteksi dan Ekstraksi Lembar Jawaban Komputer Menggunakan Deteksi Tepi dan Transformasi Perspektif*, 2019.
- [4] W. J. Shudiq, A. Hudawi and M. F. Rahman, "Penentuan Metode Terbaik Dalam Menentukan Jenis Pohon Pisang Menurut Tekstur Daun (Metode K-NN dan SVM)," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 128-136, 2020.
- [5] D. I. Mulyana, A. C. Aditya, S. Amelia and S. Agustiansyah, "Implementasi Framework Mask R-CNN Object Detection API Dalam Mengklasifikasi Jenis Kendaraan Bermotor," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, pp. 63-72, 2022.
- [6] T. B. Negara and Harintaka, "PEMODELAN BANGUNAN 3D MENGGUNAKAN FOOTPRINT BANGUNAN," *Prosiding FIT ISI*, pp. 248-260, 2021.
- [7] E. R. Setyaningsih and . M. S. Edy, "YOLOv4 dan Mask R-CNN Untuk Deteksi Kerusakan," *YOLOv4 dan Mask R-CNN Untuk Deteksi Kerusakan*, pp. 45-51, 2022.
- [8] A. Mesakh, "Sistem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Mask," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, pp. 1-3, 2022.
- [9] A. Ma'sum, "Lembar Jawaban Komputer," *LJK 06*, pp. 1-3, 2021.
- [10] D. Pandian, X. Fernando, Z. Baig and F. Shi, *Proceedings of the International Conference on ISMAC in Computational Vision and Bio-Engineering*, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2018.
- [11] Y. M. Rangkuti, S. I. Al Idrus and D. D. Tarigan, *Pengantar Pemrograman Python*, Bandung - Jawa Barat: Media Sains Indonesia, 2021.
- [12] D. P. H. Gunawan, A. A. Rohmawati, M.Si. and I., *Teknik Regresi Untuk Data Scientist*, Banguntapan, Bantul-Jogjakarta: Penerbit KBM Indonesia, 2022.
- [13] B. Soeherman and M. Pinontoan, *Designing Information System*, Jakarta: Penerbit PT Elex Media Komputindo, 2008.
- [14] C. Zonyfar, *Pengolahan Citra Digital*, Serang: Desanta Multiavistama, 2020.