

## Bab 5

# KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan dari hasil penelitian beserta saran yang dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan sistem selanjutnya.

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil pengujian yang telah dilakukan selama penelitian, didapat beberapa kesimpulan seperti berikut.

1. Untuk mengoptimalkan penggunaan kamera pada sistem parkir konvensional akan ditambahkan fitur pengenalan plat nomor berbasis OCR di pintu masuk dan keluar. Dari gambar hasil akuisisi kamera akan diterapkan algoritma lokalisasi untuk mendapatkan objek plat nomor. Hasil *crop* gambar plat nomor akan diterapkan algoritma OCR *Tesseract* agar dapat mengenali setiap karakternya dan digunakan sebagai pendataan.
2. Pada pengujian penempatan kamera terhadap plat didapatkan bahwa jarak samping optimal berada pada 80 cm, jarak tegak lurus pada 140 cm, dengan sudut antara garis samping dan miring  $60.25^\circ$ . Hasil pengukuran yang didapatkan tidak sesuai dengan keadaan pada gerbang parkir asli karena

keterbatasan kamera *webcam* yang digunakan. *Webcam* tidak memiliki fitur *zoom* sehingga kontur karakter plat nomor terlihat terlalu kecil untuk terdeteksi.

3. Pada pengujian juga didapatkan bahwa sistem dapat menghasilkan akurasi pengenalan sebesar 85% (pintu masuk) dan 80% (pintu keluar) terhadap 20 sampel plat nomor standar Indonesia. Faktor tidak akuratnya hasil pengenalan disebabkan oleh dataset yang dimiliki *Tesseract* dan kualitas dari plat nomor itu sendiri. Beberapa plat nomor Indonesia memiliki karakter yang belum dilatih oleh *Tesseract*. Tidak akuratnya pengenalan juga dikarenakan kualitas buruk dari plat seperti lubang baut yang merusak kontur karakter.
4. Dari lama pemrosesan didapati pintu masuk memiliki waktu rata-rata 5.491 detik dan pintu keluar 9.2795 detik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem parkir rancangan masih belum mampu memproses kendaraan masuk lebih cepat dibanding sistem parkir konvensional namun berhasil pada pemrosesan kendaraan keluar.

## 5.2 Saran

Pada bagian ini diberikan beberapa saran yang dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Untuk merealisasikan sistem parkir berbasis OCR plat nomor, perlu ditangani masalah keamanan antara kendaraan dan pengendara. Salah satu batasan dari sistem adalah ketidakmampuan untuk mengetahui apakah pengendara yang masuk sama dengan yang keluar. Sistem hanya melakukan pendataan sebatas kendaraan saja yaitu berdasarkan plat nomor. Untuk pengembangan bisa dilakukan fitur seperti RFID atau *facial recognition* yang dijadikan salah satu faktor perbandingan.
2. Metode lokalisasi plat nomor yang digunakan masih dengan cara manual, yaitu membandingkan ukuran kontur. Sudah banyak metode yang lebih maju yang dapat digunakan seperti lokalisasi berbasis *deep learning*. Algoritma *deep learning* dapat melokalisasi seluruh objek dalam gambar dan mengklasifikasi secara otomatis.
3. Terdapat keterbatasan dalam dataset OCR *engine* yang digunakan. Beberapa karakter plat nomor Indonesia berbeda dengan dataset yang sudah dilatih

pada *Tesseract*. Hal ini bisa ditangani dengan membuat secara manual atau memodifikasi dataset *Tesseract* sebelum diimplementasikan pada sistem.

4. Tidak akuratnya pengenalan juga dikarenakan kualitas buruk dari plat seperti lubang baut yang merusak kontur karakter. Perlu digunakan pengolahan citra tambahan sebelum algoritma OCR. Menggunakan algoritma penghilangan *noise* seperti *low pass filter* akan membantu menghapus kontur non-karakter dan menghasilkan pengenalan yang lebih baik.
5. Peningkatan performa sistem membutuhkan algoritma dan perangkat yang lebih baik. Menggunakan algoritma *deep learning* dapat meningkatkan akurasi dan waktu pemrosesan, Namun dibutuhkan perangkat yang memiliki daya komputasi lebih tinggi dibandingkan *Raspberry Pi*. Bisa digunakan Jetson Nano atau *server* berupa laptop dengan GPU lebih baik.



# Daftar Pustaka

- [1] “*RGB layer*,” [https://www.codementor.io/@innat\\_2k14/image-data-analysis-using-numpy-opencv-part-1-\kfadbafx6](https://www.codementor.io/@innat_2k14/image-data-analysis-using-numpy-opencv-part-1-\kfadbafx6), diakses pada tanggal: 2020-10-23.
- [2] “*Gambar RGB*,” <https://pemrogramanmatlab.com/2017/07/26/pengolahan-citra-digital/>, diakses pada tanggal: 2020-10-23.
- [3] “*RGB Colorspacecube*,” <https://whydomath.org/node/wavlets/imagebasics.html>, diakses pada tanggal: 2020-10-23.
- [4] “*Pixel warna*,” <https://github.com/Muhammad-Yunus/Belajar-Computer-Vision/blob/master/07.%20OpenCV%20-%20Part%201/OpenCV%20-%20Part%201.ipynb>, diakses pada tanggal: 2020-10-23.
- [5] “*Digital Image Coordinate*,” [http://pippin.gimp.org/image\\_processing/chap\\_dir.html](http://pippin.gimp.org/image_processing/chap_dir.html), diakses pada tanggal: 2020-10-23.
- [6] “*Noisy Image*,” [https://www.researchgate.net/figure/Lenna-image-300300-a-Noisy-image-corrupted-by-Gaussian-noise-for-s35-b-Original\\_fig6\\_258399891](https://www.researchgate.net/figure/Lenna-image-300300-a-Noisy-image-corrupted-by-Gaussian-noise-for-s35-b-Original_fig6_258399891), diakses pada tanggal: 2020-10-25.
- [7] “*Opencv about*,” <https://opencv.org/about/>, diakses pada tanggal: 2020-04-15.
- [8] “*Converting RGB image to the Grayscale image in Java*,” <https://medium.com/@himnickson/converting-rgb-image-to-the-grayscale-image-in-java\9e1edc5bd6e7>, diakses pada tanggal: 2020-10-25.
- [9] “*Comparative analysis of image binarization methods for crack identification in concrete structures*,” <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000888461630881X?via%20Dihub>, diakses pada tanggal: 2020-10-25.

- [10] “*OpenCV: Image Thresholding*,” [https://docs.opencv.org/master/d7/d4d/tutorial\\_py\\_thresholding.html](https://docs.opencv.org/master/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html), diakses pada tanggal: 2020-10-25.
- [11] “*Otsu Thresholding Explained*,” <http://www.labbookpages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold.html>, diakses pada tanggal: 2020-1-1.
- [12] “*Contours : Getting Started*,” <http://matlab.izmiran.ru/help/toolbox/images/morph11.html25949>, diakses pada tanggal: 2021-1-14.
- [13] “*Pixel Connectivity*,” [https://docs.opencv.org/master/d9/d8b/tutorial\\_py\\_contours\\_hierarchy.html](https://docs.opencv.org/master/d9/d8b/tutorial_py_contours_hierarchy.html).
- [14] P. Dönmez, “Introduction to Machine Learning, 2nd ed., by Ethem Alpaydm. Cambridge, MA: The MIT Press2010. ISBN: 978-0-262-01243-0. \$54/£ 39.95 + 584 pages.” *Natural Language Engineering*, vol. 19, no. 2, pp. 285–288, 2013.
- [15] “*Special Issue on Applications of Machine Learning and the Knowledge Discovery Process*,” <http://ai.stanford.edu/ronnyk/glossary.html>, diakses pada tanggal: 2020-11-12.
- [16] “Intro machine learning,” <https://github.com/Muhammad-Yunus/Belajar-Computer-Vision/blob/master/17.%20OpenCV%20ML/17.%20OpenCV%20ML.ipynb>, diakses pada tanggal: 2020-11-12.
- [17] “Supervised vs. unsupervised learning,” <https://towardsdatascience.com/supervised-vs-unsupervised-learning-14f68e32ea8d>, diakses pada tanggal: 2020-11-12.
- [18] “Opencv - machine learning overview - training data,” [https://docs.opencv.org/master/dc/dd6/ml\\_intro.html](https://docs.opencv.org/master/dc/dd6/ml_intro.html), diakses pada tanggal: 2020-11-12.
- [19] “Support vector machine - classification (svm),” <http://ai.stanford.edu/ronnyk/glossary.html>, diakses pada tanggal: 2020-11-12.
- [20] “Array,” <https://techterms.com/definition/array>, diakses pada tanggal: 2020-12-12.
- [21] “Official mariadb logos,” <https://mariadb.com/about-us/logos/>, diakses pada tanggal: 2020-11-22.
- [22] “Mengenal cara kerja web api,” <https://techarea.co.id/apa-itu-web-api-mengenal-bagaimana-cara-kerja/>, diakses pada tanggal: 2020-11-22.

- [23] “Node-red - resources,” <https://nodered.org/about/resources/>, diakses pada tanggal: 2020-11-22.
- [24] “Node-red - low-code programming for event-driven applications,” <https://nodered.org/>, diakses pada tanggal: 2020-11-22.
- [25] “Raspberry pi model 4,” <http://www.labelektronika.com/2019/09/mengenal-single-board-mini-komputer-raspberry-pi-4-model-b.html>, diakses pada tanggal: 2020-04-19.
- [26] “Raspberry pi model 4 specifications,” <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>, diakses pada tanggal: 2020-04-19.
- [27] “Sg90 motor servo,” <https://www.electronics-lab.com/project/using-sg90-servo-motor-arduino/>, diakses pada tanggal: 2020-06-06.
- [28] U. M. Arief, “Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air,” *Jurnal Ilmiah “Elektrikal Enjiniring” UNHAS*, vol. 09, no. 02, pp. 72–77, 2011.
- [29] Components101, “Servo Motor SG-90,” *Components101.Com*, p. 180, 2017. [Online]. Available: <https://components101.com/servo-motor-basics-pinout-datasheet>
- [30] E. Noviyantono and D. Prayogi, “Perancangan Perangkat Pengelolaan Parkir Otomatis dengan Pemanfaatan Kamera,” vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [31] R. M. Bastio, “IMPLEMENTASI PEMBACAAN PLAT NOMOR KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE OPTICAL CHARACTER RECOGNITION (OCR) UNTUK APLIKASI PARKIR KENDARAAN,” 2017.
- [32] A. P. Nagare, “License Plate Character Recognition System using Neural Network License Plate Character Recognition System using Neural Network,” no. January, 2016.
- [33] B. A. B. Ii and L. Teori, “BAB II LANDASAN TEORI 2.1 Pengertian Citra,” 2004.
- [34] “Definition if image,” <https://www.dictionary.com/browse/image>, diakses pada tanggal: 2020-10-23.
- [35] “Definisi *Grayscale*, howpublished = <https://www.jejaring.web.id/pengertian-grayscale/>, Diakses pada tanggal: 2020-10-23.”

- [36] A. Y. Ndraha and S. Sinurat, "Penerapan Metode Optimum Notch Filter untuk Mereduksi Noise pada Citra Digital," *Pelita Informatika Budi Darma*, vol. 17, pp. 30–36, 2018.
- [37] "Pengolahan citra digital," [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=NectMutqXJAC&oi=fnd&pg=PR4&dq=pengertian+citra+gambar&ots=C3gx0UwTk2&sig=cATyb1PUFkWfJOu1PCPwFFHOk1E&redir\\_esc=y#v=onepage&q=pengertian%20citra%20gambar&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=NectMutqXJAC&oi=fnd&pg=PR4&dq=pengertian+citra+gambar&ots=C3gx0UwTk2&sig=cATyb1PUFkWfJOu1PCPwFFHOk1E&redir_esc=y#v=onepage&q=pengertian%20citra%20gambar&f=false), diakses pada tanggal: 2020-10-25.
- [38] D. Sugimura, T. Mikami, H. Yamashita, and T. Hamamoto, "Enhancing color images of extremely low light scenes based on rgb/nir images acquisition with different exposure times," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 24, no. 11, pp. 3586–3597, 2015.
- [39] V. Mishra, S. Kumar, and N. Shukla, "Image acquisition and techniques to perform image acquisition," *SAMRIDDHI : A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology*, vol. 9, 07 2017.
- [40] "crop & resize," <https://glab.media/image-cropping-and-resizing/>, diakses pada tanggal: 2020-10-28.
- [41] "Opencv resize image using cv2.resize()," <https://www.tutorialkart.com/opencv/python/opencv-python-resize-image/>, diakses pada tanggal: 2020-10-28.
- [42] "*Grayscale to RGB Conversion*, howpublished = [https://www.tutorialspoint.com/dip/grayscale\\_to\\_rgb\\_conversion.htm](https://www.tutorialspoint.com/dip/grayscale_to_rgb_conversion.htm), note = Diakses pada tanggal: 2020-12-2."
- [43] "*IMAGE BINARIZATION (1) : INTRODUCTION*," <https://craftofcoding.wordpress.com/2017/02/13/image-binarization-1-introduction/>, diakses pada tanggal: 2020-10-25.
- [44] "Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding," *Jurnal Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [45] "*Pengertian Histogram dan Cara Membuatnya*," <https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-histogram-dan-cara-membuatnya/>, diakses pada tanggal: 2020-1-1.



- [46] “Histogram thresholding,” <http://webfiles.portal.chalmers.se/s2/undergraduate/SSY095/PDFdocuments/ForPrinter/Notes/Thresholding.pdf>, diakses pada tanggal: 2020-1-13.
- [47] P. Norvig, “Prentice Hall Series in Artificial Intelligence,” no. September, 2015.
- [48] A. Singh, N. Thakur, and A. Sharma, “A review of supervised machine learning algorithms,” in *2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, 2016, pp. 1310–1315.
- [49] “Support Vector Machine,” pp. 5–20, 2011.
- [50] R. Mithe, S. Indalkar, and N. Divekar, “Optical Character Recognition,” no. 1, pp. 72–75, 2013.
- [51] “Automatic licence plate recognition algorithm and technology,” <http://www.platerecognition.info/1102.htm>, diakses pada tanggal: 2020-04-15.
- [52] “Opitcal character recognition definitions,” <https://www.edrm.net/glossary/optical-character-recognition/>, diakses pada tanggal: 2020-04-15.
- [53] H. Sharifi and A. Shahbahrami, “A comparative study on different license plate recognition algorithms,” *Communications in Computer and Information Science*, vol. 167 CCIS, no. PART 2, pp. 686–691, 2011.
- [54] T. Management, “Database Management Systems.”
- [55] “Database secara umum,” <https://sis.binus.ac.id/2018/12/18/database-secara-umum/#:~:text=Database%20atau%20yang%20dalam%20bahasa,dapat%20diakses%20untuk%20digunakan%20kembali.>, diakses pada tanggal: 2020-11-22.
- [56] “About mariadb server,” <https://mariadb.org/about/>, diakses pada tanggal: 2020-11-22.
- [57] “Mengenal lebih jauh tentang web api dan web service.” <https://www.jagoanhosting.com/blog/apa-itu-web-api/#:~:text=Apa%20saja%20fitur%20yang%20tersedia,Header%20dan%20HTTP%20status%20code>, diakses pada tanggal: 2020-11-22.
- [58] “• R a c y P y • D e b i a n • S c r a t c h • P y t h o n I n t r o d u c i n g . . . T h e R a s p b e r r y P i A n e w b r e e d o f c o m p u t e r T E A C H E R !” *MagPi*, no. 01, pp. 1–32, 2012.

- [59] Stephanus A. Ananda, Julius Sentosa S., and Benny Augusta S., “Studi Penggunaan Permanen Magnet Servo Motor Tegangan 460 V DC 1850 Rpm Pada Mesin Potong Karton,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, 2002. [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/elk/article/view/15860>
- [60] G. Udayana and I. Darmawiguna, “Pengembangan Prototipe Portal Otomatis Dengan Pendeteksian Plat Nomor Kendaraan Berbasis Raspberry Pi,” *Karmapati*, vol. 5, no. 2, 2016. [Online]. Available: <http://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/KP/article/view/8339>
- [61] E. R. Buhus, D. Timis, and A. Apatean, “Electronics and Telecommunications AUTOMATIC PARKING ACCESS USING OPENALPR ON RASPBERRY PI3 Electronics and Telecommunications,” vol. 57, no. 3, pp. 10–15, 2016.
- [62] T. S. Samuel Christian .A, Anjik Sukmaaji, “Sistem Pengaturan Lahan Parkir dengan Metode Optical Character Recognition ( OCR ) Studi Kasus Lahan Parkir Mall Sutos Surabaya,” *JAVA Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 13, no. 1, pp. 35–40, 2015.
- [63] “Fc51 ir sensor,” <http://qqtrading.com.my/ir-infrared-obstacle-detection-sensor-module-fc-5>, diakses pada tanggal: 2020-06-06.