

IDENTIFICATION OF TIRE RUBBER FEASIBILITY WITH CNN RESNET-50 MODEL

IDENTIFIKASI KELAYAKAN KARET BAN DENGAN MODEL CNN RESNET-50

Latifah Listyalina^{1*}

¹ Department of Plastic and Rubber Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

* Corresponding author: latifah.listyalina@atk.ac.id

Abstract:

In this study, the authors designed an algorithm based on a convolutional neural network that is capable of automatically classifying tire rubber eligibility according to the appearance of the tire on the tire image. The proposed algorithm will be built through several stages as follows. In the first stage, tire image acquisition will be carried out which will be the input of the designed algorithm. Furthermore, the acquired image will be divided into two sets, namely training and testing sets. The training set contains tire images that will be used at the training stage of several convolutional neural network architectures to be able to and classify them to the appropriate level of feasibility. The training phase will be carried out in a number of epochs, and at each epoch, the cross entropy loss function value will be calculated which expresses the performance of the convolutional neural network architecture in classifying tire images.

In this study, the author has designed an algorithm based on deep learning that is capable of automatically classifying tire eligibility. The proposed algorithm has been built through several stages such as tire image acquisition, training of several CNN models, especially ResNet-50. The CNN architecture test is trained to classify tire images from the test set. In addition, the accuracy value has also been calculated which shows the percentage of the number of tire images that are successfully classified correctly to the total number of tire images in the test set, which is an accuracy of 88.31%.

Keywords: rubber, tire, classification

Intisari:

Pada penelitian ini, penulis telah merancang sebuah algoritma berbasis *convolutional neural network* yang mampu melakukan klasifikasi kelayakan karet ban secara otomatis sesuai dengan penampakan ban pada citra ban. Algoritma yang telah dibangun melalui beberapa tahap sebagai berikut. Pada tahap pertama, telah dilakukan akuisisi citra ban yang menjadi masukan dari algoritma yang dirancang. Selanjutnya, citra hasil akuisisi telah dibagi menjadi dua set, yaitu set pelatihan dan pengujian. Set pelatihan berisikan citra ban yang telah digunakan pada tahap pelatihan beberapa arsitektur *convolutional neural network* agar mampu dan mengklasifikasikannya ke tingkat kelayakan yang sesuai. Tahap pelatihan telah dijalankan dalam sejumlah epoch, dan pada setiap epoch, telah dihitung nilai fungsi rugi *cross entropy* yang menyatakan performa dari arsitektur *convolutional neural network* dalam mengklasifikasikan citra ban.

Pada penelitian ini, penulis telah merancang sebuah algoritma berbasis deep learning yang mampu melakukan klasifikasi kelayakan ban secara otomatis. Algoritma yang diusulkan telah dibangun melalui beberapa tahap seperti akuisisi citra ban, pelatihan beberapa model CNN, khususnya ResNet-50. Pengujian arsitektur CNN terlatih untuk mengklasifikasikan citra ban yang berasal dari set pengujian. Selain itu, telah dihitung pula nilai akurasi yang menunjukkan persentase jumlah citra ban yang berhasil diklasifikasikan dengan benar terhadap jumlah seluruh citra ban pada set pengujian, yaitu akurasi sebesar 88,31%.

Kata kunci: karet, ban, klasifikasi

Pendahuluan

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia, sekitar 1,3 juta orang meninggal dan 50 juta cacat akibat kecelakaan di jalan setiap tahun, di antaranya 40% disebabkan oleh kegagalan ban [1]. Di Indonesia sendiri, pada tahun 2019 misalnya, terdapat laporan bahwa 80% kecelakaan yang terjadi di jalan tol diakibatkan oleh permasalahan pada ban. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi ban yang prima merupakan salah satu elemen penting yang menentukan keselamatan berkendara.

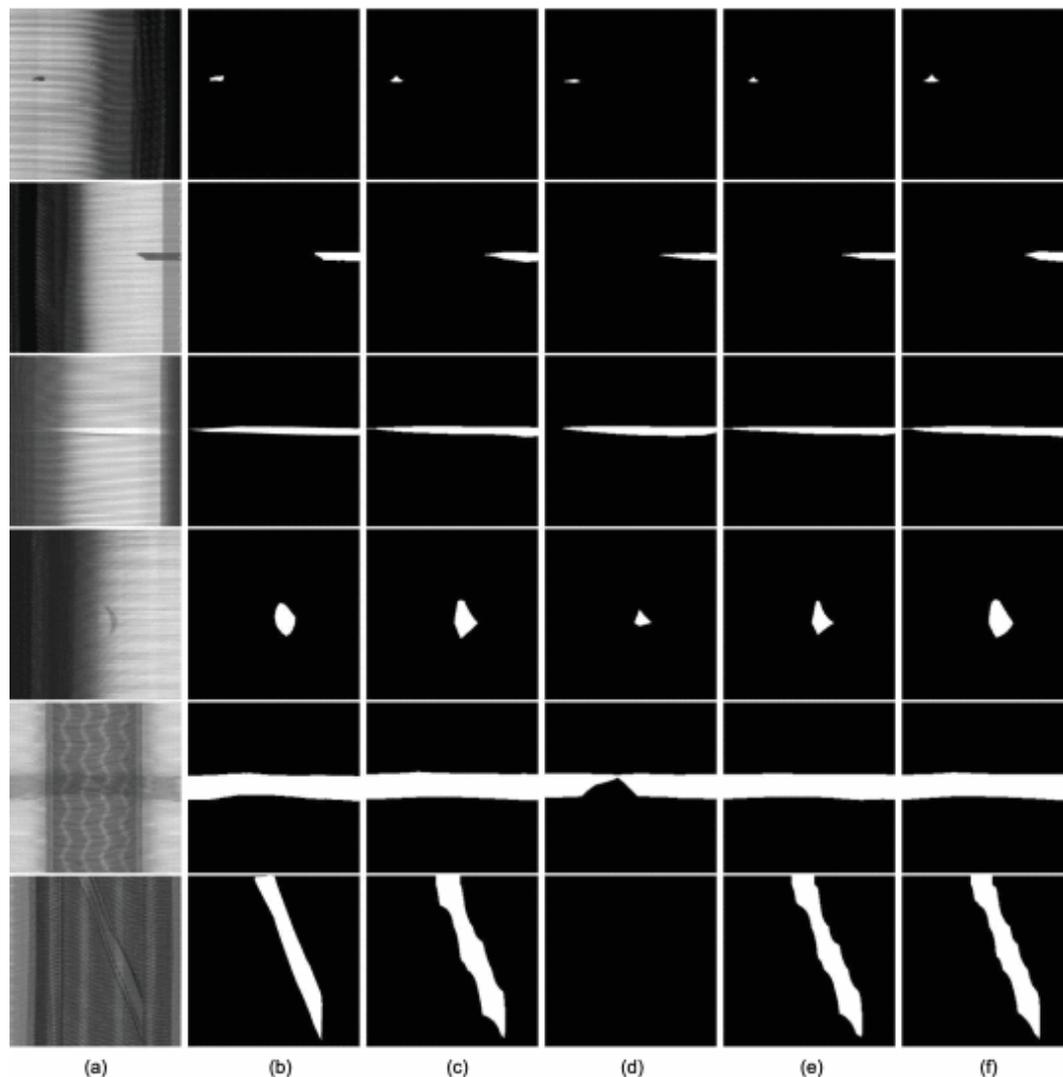
Sebagai respons kecelakaan yang sering terjadi akibat masalah ban, pemeriksaan visual ban memainkan peran penting yang luar biasa dalam memastikan kualitas ban dan keselamatan berkendara. Sayangnya, pemeriksaan kelayakan ban secara manual bukanlah hal yang sederhana. Beberapa aspek seperti gerigi yang tersisa pada ban, ketebalan ban, dan cacat-cacat halus pada ban seringkali meningkatkan subjektivitas pekerja inspeksi ban. Oleh karena itu, inspeksi kelayakan ban secara otomatis dengan bantuan komputer dapat menjadi salah satu solusi [2].

Menurut [3], inspeksi cacat pada ban merupakan hal yang menantang dikarenakan beberapa factor, sesuai Gambarure 1, yaitu sebagai berikut:

1) Kualitas visual yang rendah. Ada banyak ketidakpastian dalam perolehan citra ban, karena perbedaan jenis mesin dan perubahan lingkungan. Di sisi lain, gambar yang digunakan untuk deteksi otomatis berasal dari penyinaran sinar-X, dan memiliki beberapa karakteristik yang tidak diinginkan seperti kontras rendah dan kecerahan rendah.

2) Struktur tekstur yang berbeda. Umumnya, gambar ban terdiri dari gambar tapak dan gambar dinding samping. Tapak adalah bagian ban yang bersentuhan dengan permukaan jalan, yang terbuat dari karet tebal. Dinding samping sebagian besar terbuat dari karet tetapi diperkuat dengan kain atau kabel baja. Oleh karena itu, fitur tekstur sangat berbeda antara gambar tapak dan dinding samping. Karena kecerahan gambar tapak yang lebih rendah, cacat yang terjadi pada tapak lebih sulit untuk dideteksi.

3) Cacat yang beragam. Ada jenis cacat serupa yang didistribusikan pada tapak dan dinding samping, seperti kotoran logam dan gelembung, tetapi beberapa cacat hanya ada pada gambar tapak atau dinding samping. Karakteristik berbagai jenis cacat jelas dan ada kesenjangan besar antara teksturnya. Secara umum, kotoran memiliki tepi yang tajam dan lebih gelap dari tetangganya. Untuk gelembung, itu lebih terang dari tetangga mereka, meskipun teksturnya mirip dengan tekstur bagian bebas cacat. Perbedaan karakteristik ini menimbulkan tantangan dalam pendeteksian cacat ban. Beberapa contoh cacat pada ban ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Seperti disebutkan di atas, ada karakteristik unik dalam gambar ban. Dibandingkan dengan cacat pada kain, cacat pada gambar ban kurang dapat dibedakan dari suku cadang yang bebas cacat. Oleh karena itu, deteksi cacat ban lebih menantang.



Gambar. 1. Contoh Cacat pada Ban [4]

Sedangkan convolutional neural networks (CNN), sebagai salah satu algoritma convolutional neural network telah menetapkan tolok ukur dalam banyak tugas pemrosesan citra yang mencakup klasifikasi citra, pengenalan objek, dan segmentasi citra. Performa seperti itu terutama karena digunakannya beberapa lapisan tersembunyi di CNN untuk menangkap fitur-fitur penting. Oleh karena itu, banyak peneliti mencoba mengembangkan arsitektur yang lebih dalam untuk meningkatkan kinerja mereka dalam tugas-tugas di atas.

Meskipun kita mungkin mendapat manfaat dari menggunakan banyak lapisan di CNN, membangun CNN yang memiliki performa tinggi itu tidaklah mudah, misalnya, kita tidak bisa hanya sekedar menyematkan lapisan dengan jumlah besar ke jaringan, tanpa memikirkan tugas dan efek yang ditimbulkan oleh masing-masing lapisan tersebut. Seperti yang telah disoroti oleh beberapa karya sebelumnya, menanamkan banyak lapisan untuk membangun jaringan saraf yang lebih dalam tanpa mekanisme khusus dapat menyebabkan masalah hilangnya gradien (vanishing gradient problem). Pertambahan jumlah layer mau tidak mau akan membuat jalur transmisi untuk informasi dan gradien semakin panjang. Akibatnya, fitur dari sisi lapisan input atau gradien dari sisi yang berlawanan bisa hilang sebelum mencapai tujuan.

Baru-baru ini, *Densely Connected Convolutional Networks (DenseNets)* dan *Residual Neural Networks (ResNets)* adalah dua jaringan populer untuk mengatasi masalah gradien yang hilang. Jaringan ini menggunakan konfigurasi konektivitas tertentu untuk memastikan sirkulasi informasi dan gradien. Lewati koneksi di *ResNets* memungkinkan aliran data melewati beberapa lapisan sehingga tidak hilang sebelum mencapai sisi yang diinginkan. [5][6][7]

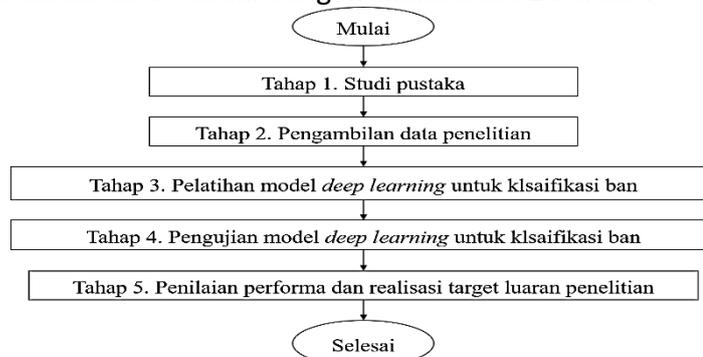
Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, tim penulis mengusulkan untuk dirancang sebuah algoritma komputer yang bertujuan mampu mengklasifikasikan kelayakan ban. Demi mendapatkan hasil klasifikasi yang akurat, algoritma klasifikasi telah dirancang berbasis *convolutional neural network* yang telah terbukti memiliki performa yang sangat baik pada sejumlah tugas klasifikasi citra.

Metode

Studi pustaka dilakukan dengan mencari informasi dari buku dan penelitian-penelitian terlebih dahulu untuk meningkatkan penelitian sebelumnya. Pengambilan data dilakukan dengan mengunduh citra ban dari <https://www.kaggle.com/datasets/jehanbathena/tire-texture-image-recognition>. Ukuran setiap citra pada dataset tersebut berukuran 748×748 piksel dengan format JPG. Masing-masing citra dilengkapi dengan label normal atau cacat. Label ini membedakan ban normal dan cacat.

Selanjutnya, citra hasil akuisisi telah dibagi menjadi dua set, yaitu set pelatihan dan pengujian [8][9]. Set pelatihan berisikan citra ban yang telah digunakan pada tahap pelatihan beberapa arsitektur *convolutional neural network* agar mampu dan mengklasifikasikannya ke tingkat kelayakan yang sesuai. Tahap pelatihan telah dijalankan dalam sejumlah epoch, dan pada setiap epoch, telah dihitung nilai fungsi rugi *cross entropy* yang menyatakan performa dari arsitektur *convolutional neural network* dalam mengklasifikasikan citra ban.

Untuk itu, tahap pelatihan membutuhkan label atau acuan yang menunjukkan kelayakan ban yang ditampilkan oleh masing-masing citra. Pada tahap selanjutnya, arsitektur *convolutional neural network* dengan nilai fungsi rugi terkecil pada tahap pelatihan telah digunakan untuk mengklasifikasikan citra ban yang berasal dari set pengujian. Selain itu, telah dihitung pula nilai akurasi yang menunjukkan persentase jumlah citra ban yang berhasil diklasifikasikan kelayakannya dengan benar terhadap jumlah seluruh citra ban pada set pengujian. Hasil pengujian yang diperoleh telah dibandingkan dengan metode-metode yang ditinjau pada studi literatur. Keseluruhan hal tersebut sesuai dengan Gambar 2 berikut.



Gambar.2. Metode Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berjenis kuantitatif dan menggunakan data sekunder, yakni data citra ban yang diunduh dari database. Citra telah diklasifikasikan ke jenis ban layak dan cacat dengan bantuan model convolutional neural network. Populasi pada penelitian ini adalah ban normal dan cacat. Pengukuran yang dilakukan berupa pengukuran tingkat akurasi model convolutional neural network yang dirancang dalam mengklasifikasikan citra ban ke jenis-jenis ban yang sesuai. Pada bagian ini, juga telah ditentukan kerangka konsep penelitian. Konsep tersebut terdiri dari dua macam hal, yaitu variabel independen (variabel bebas) dan variabel dependen (variabel terikat) di mana variabel bebas pada penelitian ini adalah citra ban normal dan cacat sedangkan variabel terikat adalah hasil klasifikasi citra ban pada set pengujian oleh algoritma yang dirancang. Hal tersebut sesuai dengan gambar Gambarure 3 sebagai berikut.

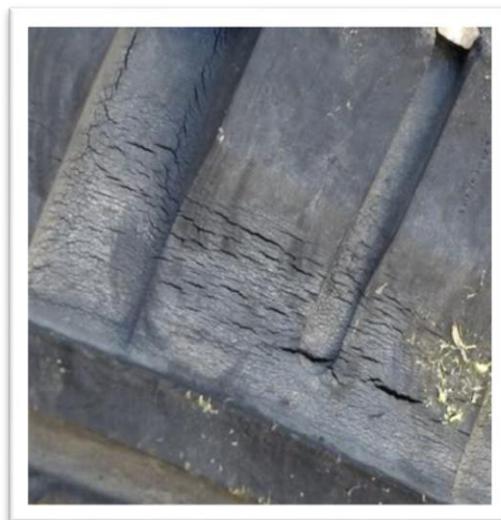


Gambar. 3. Kerangka Konsep Penelitian

Ada dua jenis data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu ban dalam keadaan normal dan ban dalam keadaan tidak layak. Gambaran dari data-data di atas dipaparkan pada Gambarure 4 dan Gambarure 5 yaitu sebagai berikut.

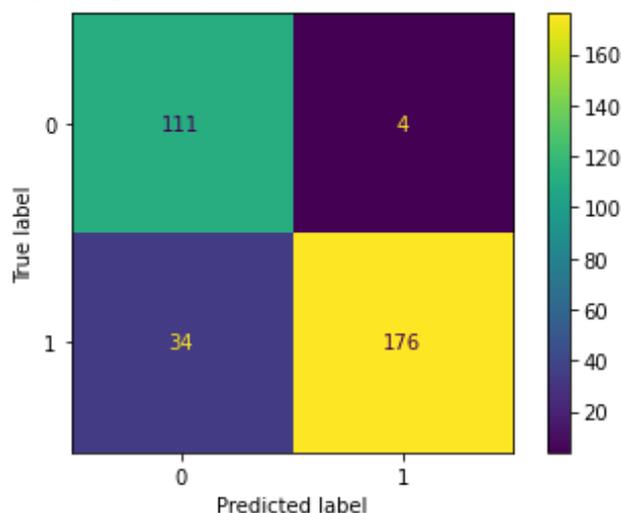


Gambar. 4. Ban dalam Keadaan Normal



Gambar. 5. Ban dalam Keadaan Tidak Layak

Gambar di bawah ini menunjukkan confusion matrix hasil percobaan menggunakan model CNN ResNet-50, di mana '0' adalah kelas normal dan '1' adalah kelas retak. Dari data yang ditampilkan oleh confusion matrix pada Gambarure 6 tersebut, model ResNet-50 telah berhasil mengklasifikasikan citra ban dengan akurasi 88,31%. Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa model ResNet-50 memiliki performa yang cukup baik, namun masih banyak ruang yang perlu diisi guna peningkatan performa.



Gambar. 6. Confusion Matrix Hasil Percobaan menggunakan Model CNN ResNet-50

Kesimpulan

Pada penelitian ini, penulis telah merancang sebuah algoritma berbasis deep learning yang mampu melakukan klasifikasi kelayakan ban secara otomatis. Algoritma yang diusulkan telah dibangun melalui beberapa tahap seperti akuisisi citra ban, pelatihan beberapa model CNN yaitu ResNet-50. Pengujian arsitektur CNN terlatih untuk mengklasifikasikan citra ban yang berasal dari set pengujian, dan penilaian performa dinyatakan dalam bentuk nilai fungsi rugi cross

entropy. Selain itu, telah dihitung pula nilai akurasi yang menunjukkan persentase jumlah citra ban yang berhasil diklasifikasikan dengan benar terhadap jumlah seluruh citra ban pada set pengujian, yaitu akurasi terbaik sebesar 88,31%. Untuk performa yang lebih baik, peneliti di masa mendatang dapat menerapkan tahap augmentasi seperti penskalaan acak, pergeseran acak, dan lain sebagainya pada data pelatihan

Daftar Pustaka

- [1]. Erdogan, S. Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. *Journal of Safety Research*, 40(5), 341–351. 2009. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsr.2009.07.006>
- [2]. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. Deep Residual Learning for Image Recognition. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 770–778. 2016. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>
- [3]. Huang, G., Liu, Z., & Weinberger, K. Q. Densely Connected Convolutional Networks. *CoRR*, abs/1608.06993. 2016. <http://arxiv.org/abs/1608.06993>
- [4]. Li, Y., Fan, B., Zhang, W., & Jiang, Z. TireNet : A high recall rate method for practical application of tire defect type classification. *Future Generation Computer Systems*, 125, 1–9. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.06.009>
- [5]. Wang, R., Guo, Q., Lu, S., & Zhang, C. Tire Defect Detection Using Fully Convolutional Network. 2019. *IEEE Access*, 7, 43502–43510. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2908483>
- [6]. Xiang, Y., Zhang, C., & Guo, Q. A dictionary-based method for tire defect detection. 2014 IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA), 519–523. 2014. <https://doi.org/10.1109/ICInfA.2014.6932710>
- [7]. Zhu, Q., & Ai, X. The Defect Detection Algorithm for Tire X-Ray Images Based on Deep Learning. 2018 IEEE 3rd International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC), 138–142. <https://doi.org/10.1109/ICIVC.2018.8492908> Naswir M, Arita S, Marsi, Salni. Treatment of Peat Water Using Local Raw Material Formulations of Jambi, Indonesia. *Asian J Chem* 2015; 27: 3951–5. 2018.
- [8]. L Listyalina, EL Utari, DE Puspaningtyas, DA Dharmawan. Fovea and Diabetic Retinopathy: Understanding the Relationship Using a Deep Interpretable Classifier. *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update*, 100059 . 2022.
- [9]. L Listyalina, Y Yudianingsih, AW Soedjono, EL Utari, DA Dharmawan. Deep-RIC: Plastic Waste Classification using Deep Learning and Resin Identification Codes (RIC). *Telematika: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi* 19 (2), 215-228. 2022.