

Pemanfaatan Deep Learning untuk Klasifikasi Ras Anjing berdasarkan Citra Anjing

Faris Fadhilah 13518026

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
farisfadhilah27@gmail.com

Abstract—Makalah ini membahas tentang pemanfaatan deep learning untuk klasifikasi ras anjing berdasarkan citra anjing. Pemanfaatan deep learning untuk klasifikasi ras anjing berdasarkan citra anjing memberikan manfaat besar dalam mengenali berbagai ras anjing secara otomatis dan akurat. Dengan menggunakan teknik seperti Convolutional Neural Networks (CNN), model dapat memproses gambar anjing untuk mengidentifikasi ciri-ciri visual unik dari setiap ras. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi dalam aplikasi seperti pet adoption, penelitian genetika, atau pelatihan anjing. Deep learning juga memungkinkan sistem untuk belajar dari data dalam jumlah besar, meningkatkan akurasi klasifikasi seiring waktu.

Keywords—*deep learning, ras anjing, convolutional neural network*

I. PENDAHULUAN

Pada abad ke-21, perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI) semakin mempengaruhi banyak aspek kehidupan manusia. Salah satu cabang AI yang mengalami kemajuan pesat adalah pembelajaran mendalam atau deep learning. Deep learning adalah sub-bidang dari pembelajaran mesin (machine learning) yang mengandalkan penggunaan jaringan saraf tiruan berlapis (deep neural networks) untuk menganalisis dan memproses data dengan cara yang menyerupai cara kerja otak manusia. Teknologi ini telah terbukti sangat efektif dalam menangani masalah yang melibatkan data berukuran besar dan kompleks, termasuk pengenalan pola, klasifikasi objek, dan deteksi fitur.

Salah satu aplikasi paling menonjol dari deep learning adalah dalam bidang pengolahan citra digital, di mana jaringan saraf konvolusional (Convolutional Neural Networks, CNN) digunakan untuk mengekstraksi informasi penting dari gambar. CNN memiliki kemampuan untuk mengenali pola-pola visual, tekstur, dan bentuk dalam gambar, yang menjadikannya alat yang sangat efektif dalam melakukan klasifikasi gambar. Salah satu penerapan konkret dari teknologi ini adalah dalam klasifikasi jenis anjing berdasarkan gambar.

Anjing, sebagai salah satu hewan peliharaan yang paling populer di dunia, memiliki tingkat keberagaman yang sangat tinggi dalam hal ras dan morfologi. Hingga saat ini, ada lebih dari 300 ras anjing yang diakui secara internasional oleh organisasi-organisasi seperti American Kennel Club (AKC) dan Fédération Cynologique Internationale (FCI). Setiap ras

anjing memiliki ciri-ciri fisik yang unik, termasuk ukuran tubuh, warna bulu, bentuk wajah, serta karakteristik lain seperti tekstur bulu dan panjang ekor. Oleh karena itu, mengklasifikasikan anjing berdasarkan ras dapat menjadi hal yang sangat kompleks, terutama jika gambar anjing tersebut diambil dari sudut yang tidak jelas atau jika anjing tersebut merupakan campuran dari beberapa ras.

Di masa lalu, pengenalan dan klasifikasi ras anjing sering kali dilakukan secara manual oleh para ahli atau breeder anjing yang berpengalaman. Meskipun metode ini cukup efektif untuk ras-ras yang sangat dikenali, namun sering kali memerlukan banyak waktu dan keahlian untuk mengidentifikasi ras-ras yang lebih langka atau anjing campuran. Dengan adanya kemajuan dalam teknologi deep learning, kini kita dapat memanfaatkan model-model AI untuk mengklasifikasikan ras anjing secara otomatis dan akurat hanya dengan menggunakan gambar.

Deep learning, khususnya CNN, dapat dilatih menggunakan dataset besar yang berisi gambar-gambar anjing dari berbagai ras, disertai dengan label yang menunjukkan ras atau ras masing-masing anjing tersebut. Dengan memanfaatkan teknik pelatihan berbasis data, model deep learning dapat belajar untuk mengenali fitur-fitur visual khas yang membedakan satu ras anjing dari ras lainnya. Sebagai contoh, CNN dapat mempelajari perbedaan antara anjing ras Dachshund dengan anjing ras Greyhound, yang memiliki perbedaan signifikan dalam hal panjang tubuh, bentuk wajah, dan proporsi kaki. Model ini tidak hanya mengenali ciri-ciri fisik seperti bentuk tubuh, tetapi juga tekstur bulu, panjang telinga, atau bahkan warna mata.

Proses pelatihan model deep learning untuk klasifikasi ras anjing dimulai dengan mengumpulkan dataset gambar yang cukup besar. Dataset ini berisi ribuan hingga jutaan gambar anjing yang telah diberi label dengan benar. Gambar-gambar ini kemudian diproses menggunakan arsitektur CNN yang terdiri dari beberapa lapisan konvolusional yang bertugas mengekstraksi fitur-fitur visual yang penting, dilanjutkan dengan lapisan pooling untuk mengurangi dimensi dan menangkap informasi global dari gambar. Setelah itu, lapisan-lapisan penuh (fully connected layers) digunakan untuk mengklasifikasikan gambar ke dalam kategori ras anjing yang sesuai. Selama proses pelatihan, model ini terus mengoptimalkan bobot-bobot jaringan sarafnya sehingga dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat.

Keuntungan utama dari penggunaan deep learning dalam klasifikasi ras anjing adalah kemampuan untuk mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi bahkan dalam kondisi yang sangat menantang, seperti gambar dengan pencahayaan buruk, sudut pandang yang berbeda, atau anjing yang memiliki ciri-ciri fisik yang mirip dengan ras lain. Selain itu, model deep learning dapat secara otomatis mengidentifikasi dan mengklasifikasikan anjing campuran, yang sulit dilakukan menggunakan metode tradisional.

Pemanfaatan deep learning untuk klasifikasi ras anjing juga memiliki banyak aplikasi praktis yang bermanfaat dalam berbagai sektor. Dalam dunia kesehatan hewan, teknologi ini dapat digunakan oleh klinik atau rumah sakit hewan untuk membantu dokter hewan dalam mendiagnosis penyakit yang mungkin lebih umum pada ras-ras tertentu. Misalnya, beberapa ras anjing lebih rentan terhadap masalah kesehatan tertentu, seperti displasia pinggul pada ras Labrador Retriever atau masalah pernapasan pada ras Bulldog. Dengan mengetahui ras anjing, dokter hewan dapat merencanakan perawatan yang lebih tepat dan spesifik untuk setiap kasus.

Di sisi lain, dalam industri penyelamatan hewan, aplikasi deep learning untuk klasifikasi ras anjing dapat membantu organisasi dalam mengidentifikasi ras anjing yang hilang, atau mendokumentasikan anjing-anjing yang ditemukan. Dengan menggunakan aplikasi berbasis smartphone, siapa saja dapat mengunggah foto anjing yang ditemukan untuk diidentifikasi oleh sistem AI, yang akan memberikan hasil klasifikasi ras anjing tersebut dalam hitungan detik.

Selain itu, teknologi ini juga membuka peluang bagi para pengembang aplikasi untuk menciptakan alat bantu identifikasi anjing berbasis gambar yang lebih mudah diakses oleh masyarakat umum. Beberapa aplikasi smartphone kini sudah menyediakan fitur yang memungkinkan pengguna untuk mengambil foto anjing dan mendapatkan prediksi mengenai ras anjing tersebut. Hal ini juga dapat membantu calon pemilik anjing dalam memilih ras yang sesuai dengan preferensi mereka berdasarkan karakteristik fisik dan kebutuhan perawatan.

Di masa depan, pemanfaatan deep learning dalam klasifikasi ras anjing diperkirakan akan semakin meluas, dengan peningkatan akurasi dan kecepatan prediksi yang lebih tinggi. Selain itu, dengan berkembangnya dataset yang lebih beragam dan teknik-teknik pelatihan yang lebih canggih, sistem ini akan semakin efisien dalam mengenali ras-ras yang lebih jarang dan bahkan varian-variananya. Deep learning diharapkan akan menjadi alat yang sangat berguna dalam membantu manusia memahami dan merawat anjing secara lebih baik, baik itu untuk tujuan ilmiah, praktis, atau bahkan hiburan.

II. DASAR TEORI

A. Ras Anjing

Ras anjing merujuk pada kelompok anjing yang memiliki karakteristik fisik dan genetik yang serupa, yang diturunkan melalui pembiakan selektif. Setiap ras anjing memiliki ciri khas tertentu, seperti ukuran tubuh, bentuk kepala, tekstur bulu, warna, serta sifat dan temperamen yang membedakannya dari

ras lainnya. Ras anjing yang ada di dunia ini sangat beragam, dengan lebih dari 300 ras yang diakui oleh organisasi internasional seperti American Kennel Club (AKC) dan Fédération Cynologique Internationale (FCI). Beberapa ras anjing dikenal karena kemampuan fisiknya, seperti Greyhound yang terkenal dengan kecepatan berlari atau Border Collie yang memiliki kecerdasan tinggi dalam menggembala ternak. Ada pula ras anjing yang terkenal dengan penampilan atau perannya, seperti Poodle yang sering digunakan dalam kompetisi kecantikan atau Labrador Retriever yang populer sebagai anjing pembantu bagi penyandang disabilitas. Setiap ras anjing memiliki kebutuhan khusus, baik dalam hal perawatan fisik, diet, maupun aktivitas, yang menjadikannya lebih cocok untuk tujuan tertentu atau gaya hidup pemiliknya. Sebagai contoh, ras anjing seperti Chihuahua lebih cocok untuk tinggal di apartemen kecil, sementara ras seperti Siberian Husky membutuhkan ruang luas dan iklim yang lebih dingin. Keberagaman ini membuat pemilihan ras anjing menjadi keputusan yang penting, tergantung pada preferensi pribadi dan kebutuhan pemiliknya.

Golden Retriever adalah salah satu ras anjing yang paling populer dan dicintai di dunia, terkenal karena sifatnya yang ramah, cerdas, dan mudah dilatih. Asal usul ras ini berasal dari Skotlandia pada pertengahan abad ke-19, ketika seorang pemburu bernama Dudley Marjoribanks (Lord Tweedmouth) mengembangkan ras ini dengan tujuan menciptakan anjing pemburu yang cakap, yang dapat mengambil buruan di berbagai kondisi medan. Golden Retriever memiliki tubuh yang proporsional dan otot yang kuat, dengan bulu panjang berwarna keemasan yang lembut dan tahan air, yang membuatnya sangat baik dalam bekerja di air. Mereka memiliki sifat yang sangat ramah dan penuh kasih sayang, menjadikannya sangat cocok sebagai anjing keluarga. Selain itu, Golden Retriever dikenal dengan kecerdasannya yang tinggi, yang menjadikannya mudah dilatih untuk berbagai tugas, termasuk menjadi anjing pembimbing bagi penyandang disabilitas, anjing terapi, serta dalam pencarian dan penyelamatan. Ras ini juga sangat aktif dan membutuhkan banyak aktivitas fisik, seperti berlari, berenang, dan bermain, sehingga sangat cocok untuk keluarga yang memiliki ruang yang cukup dan gaya hidup yang aktif. Kepribadiannya yang lembut dan suka bergaul membuatnya menjadi teman yang ideal bagi anak-anak, orang dewasa, dan bahkan anjing atau hewan peliharaan lainnya.



Gambar 2.1 Anjing Golden Retriever

German Shepherd adalah ras anjing yang dikenal karena kecerdasan, keberanian, dan loyalitasnya, menjadikannya salah satu ras yang paling dihargai dan serbaguna di dunia. Dikenal dengan tubuh atletis dan kuat, German Shepherd memiliki bulu ganda yang padat, biasanya berwarna hitam dengan cokelat

atau abu-abu, yang memungkinkannya bertahan dalam berbagai kondisi cuaca. Ras ini pertama kali dikembangkan di Jerman pada akhir abad ke-19 untuk menjadi anjing pekerja, khususnya untuk menggembala ternak, namun seiring waktu, mereka juga dikenal sebagai anjing penjaga, anjing polisi, dan anjing militer karena kemampuan pelatihan yang luar biasa dan naluri pelindung yang kuat. German Shepherd memiliki kecerdasan yang tinggi, yang memungkinkannya untuk dilatih dengan mudah untuk berbagai tugas, termasuk pencarian dan penyelamatan, serta sebagai anjing pendamping untuk penyandang disabilitas. Meskipun terkenal karena sifatnya yang tegas dan waspada terhadap ancaman, mereka juga sangat setia dan penyayang terhadap keluarga mereka. Ras ini membutuhkan banyak stimulasi fisik dan mental, serta pelatihan yang konsisten, agar tetap seimbang dan tidak menjadi cemas atau destruktif. Dengan perawatan yang tepat, German Shepherd adalah teman yang setia, pekerja yang handal, dan penjaga yang tak ternilai.



Gambar 2.2 Anjing German Shepherd

Labrador Retriever adalah salah satu ras anjing yang paling populer dan dicintai di dunia, terkenal karena sifatnya yang ramah, cerdas, dan mudah bergaul. Ras ini berasal dari Newfoundland, Kanada, dan awalnya digunakan sebagai anjing pembantu nelayan untuk menarik jaring ikan dan mengambil buruan. Labrador memiliki tubuh yang proporsional dan kuat, dengan bulu pendek yang tahan air, serta ekor yang tebal dan berbentuk seperti dayung, yang memudahkan mereka untuk berenang. Mereka memiliki sifat yang sangat bersahabat dan penuh kasih sayang, menjadikannya anjing peliharaan yang ideal untuk keluarga, serta sangat baik dengan anak-anak dan hewan peliharaan lainnya. Labrador juga dikenal dengan kecerdasannya yang luar biasa, menjadikannya mudah dilatih untuk berbagai tugas, seperti menjadi anjing pembimbing bagi penyandang disabilitas, anjing pencari dan penyelamat, serta anjing terapi. Selain itu, mereka sangat aktif dan membutuhkan banyak olahraga, seperti berlari, berenang, dan bermain, sehingga sangat cocok untuk keluarga yang memiliki gaya hidup aktif. Kelembutannya, kemudahan pelatihan, serta energi yang tinggi menjadikan Labrador Retriever pilihan utama sebagai anjing keluarga dan anjing kerja di berbagai bidang.



Gambar 2.3 Anjing Labrador Retriever

Bulldog adalah ras anjing yang dikenal dengan penampilan khususnya yang berotot, wajah datar dengan lipatan kulit tebal, serta tubuh pendek dan kompak. Asal usul Bulldog berasal dari Inggris, di mana ras ini awalnya dibiakkan untuk menggembala ternak dan bertarung dengan banteng dalam acara yang dikenal sebagai bull-baiting. Meskipun kini ras ini tidak lagi digunakan untuk tujuan tersebut, Bulldog mempertahankan sifat-sifat fisik yang kuat dan gagah. Meskipun penampilannya yang garang, Bulldog dikenal memiliki temperamen yang lembut dan penyayang, menjadikannya anjing peliharaan yang sangat baik untuk keluarga. Mereka sangat setia, cenderung tenang, dan suka bergaul dengan anggota keluarga, serta dapat sangat baik dengan anak-anak dan hewan peliharaan lainnya. Bulldog juga tidak memerlukan banyak aktivitas fisik, meskipun mereka tetap membutuhkan jalan-jalan rutin untuk menjaga kesehatannya. Ras ini sering kali menjadi pilihan bagi mereka yang tinggal di lingkungan yang lebih kecil, seperti apartemen, karena ukuran tubuhnya yang kompak dan kebutuhan ruang yang relatif rendah. Namun, Bulldog juga rentan terhadap beberapa masalah kesehatan, seperti gangguan pernapasan akibat bentuk wajah datar mereka, sehingga perawatan yang tepat sangat penting untuk menjaga kesehatannya.



Gambar 2.4 Anjing Bulldog

Beagle adalah ras anjing yang terkenal karena sifatnya yang ceria, cerdas, dan penuh energi, serta memiliki naluri berburu yang sangat kuat. Ras ini berasal dari Inggris dan awalnya dibiakkan untuk berburu kelinci dan hewan kecil lainnya karena kemampuan penciumannya yang luar biasa. Beagle memiliki tubuh kecil hingga sedang, dengan telinga panjang yang menggantung, mata besar yang ekspresif, dan bulu pendek yang mudah dirawat. Sifat alami mereka yang ramah dan sosial menjadikan Beagle sangat cocok sebagai anjing peliharaan keluarga, karena mereka mudah bergaul dengan anak-anak dan hewan peliharaan lainnya. Mereka juga sangat aktif dan membutuhkan banyak latihan fisik untuk menjaga kebugaran mereka, seperti berlari, berjalan, atau bermain. Naluri berburu mereka yang tajam sering kali membuat Beagle tertarik pada bau-bauan, jadi mereka perlu diawasi saat berada di luar ruangan. Kecerdasannya memungkinkan mereka untuk dilatih, meskipun mereka bisa sedikit keras kepala, sehingga membutuhkan pendekatan yang konsisten dan sabar dalam pelatihan. Beagle adalah teman yang setia dan menyenangkan, tetapi mereka juga membutuhkan perhatian, aktivitas, dan stimulasi mental yang cukup agar tetap bahagia dan sehat.



Gambar 2.5 Anjing Beagle

Poodle adalah ras anjing yang dikenal dengan penampilannya yang anggun, kecerdasannya yang luar biasa, dan sifatnya yang ramah. Asalnya berasal dari Jerman, meskipun ras ini lebih terkenal melalui Prancis, di mana mereka dibiakkan awalnya untuk berburu bebek di air. Poodle memiliki tubuh yang ramping dan atletis dengan bulu keriting yang tebal, yang sering kali dipotong dengan gaya tertentu untuk mempertahankan bentuk tubuh mereka yang elegan. Bulu Poodle juga memiliki kualitas hypoallergenic, yang menjadikannya pilihan baik bagi orang-orang dengan alergi terhadap bulu anjing. Poodle dikenal sebagai salah satu ras anjing paling cerdas dan mudah dilatih, sering kali tampil dalam berbagai kompetisi anjing, baik itu dalam pertunjukan kecantikan, agility, maupun kepatuhan. Mereka sangat aktif, suka bermain, dan membutuhkan latihan fisik yang cukup, meskipun mereka juga cenderung sangat menyukai interaksi sosial dengan pemiliknya. Poodle memiliki temperamen yang lembut, penuh kasih sayang, dan sangat baik dengan anak-anak dan hewan peliharaan lainnya. Mereka datang dalam tiga ukuran berbeda—Standar, Miniatur, dan Toy—yang memberikan pilihan bagi pemilik dengan berbagai kebutuhan ruang dan gaya hidup. Sebagai teman keluarga atau anjing kerja, Poodle adalah ras yang serbaguna dan penuh keceriaan.



Gambar 2.6 Anjing Poodle

Rottweiler adalah ras anjing yang dikenal karena kekuatannya, ketangguhannya, dan kesetiannya yang luar biasa. Asalnya berasal dari Jerman, di mana mereka awalnya dibiakkan untuk menggiring ternak dan melindungi properti. Rottweiler memiliki tubuh yang besar, berotot, dan tegap, dengan bulu pendek berwarna hitam dan cokelat yang mudah dirawat. Mereka memiliki temperamen yang tegas dan waspada, namun sangat setia dan melindungi keluarga serta pemiliknya. Rottweiler adalah anjing yang sangat cerdas dan mudah dilatih, tetapi mereka juga membutuhkan sosialisasi dan pelatihan yang konsisten sejak usia dini untuk memastikan mereka berkembang menjadi anjing yang seimbang dan tidak agresif. Karena naluri pelindung yang kuat, Rottweiler sering digunakan dalam peran sebagai anjing penjaga, anjing polisi, dan anjing militer. Meskipun mereka memiliki reputasi sebagai anjing yang tangguh, mereka juga dapat sangat lembut dan penuh kasih sayang terhadap anggota keluarga mereka, serta baik dengan anak-anak jika diberi pelatihan yang tepat. Karena ukuran tubuhnya yang besar dan energi yang tinggi, Rottweiler membutuhkan latihan fisik yang cukup untuk menjaga kesehatan dan kebugarannya. Sebagai anjing penjaga yang handal dan teman keluarga yang setia, Rottweiler adalah ras yang luar biasa bagi mereka yang dapat memberikan perawatan, pelatihan, dan perhatian yang tepat.



Gambar 2.7 Anjing Rottweiler

Yorkshire Terrier, atau yang lebih dikenal dengan sebutan Yorkie, adalah ras anjing kecil yang penuh energi, cerdas, dan sangat lincah. Dikenal dengan penampilannya yang elegan, Yorkshire Terrier memiliki bulu panjang, halus, dan berkilau yang memberikan kesan mewah, meskipun perawatannya memerlukan perhatian ekstra untuk menjaga kebersihannya. Asalnya berasal dari Inggris pada abad ke-19, di mana ras ini awalnya digunakan untuk berburu tikus di pabrik-pabrik dan tambang. Meskipun ukurannya kecil, Yorkshire Terrier memiliki karakter yang besar—mereka berani, aktif, dan kadang-kadang bisa menjadi sedikit dominan. Mereka sangat setia kepada pemiliknya dan cenderung menjadi anjing penjaga yang waspada terhadap lingkungan sekitar. Meskipun memiliki sifat yang terkadang keras kepala, Yorkie sangat cerdas dan dapat dilatih dengan baik jika diberikan pelatihan yang konsisten. Mereka adalah pilihan populer bagi mereka yang tinggal di apartemen atau rumah dengan ruang terbatas, karena ukurannya yang kecil dan kebutuhan aktivitas yang moderat. Selain itu, sifat mereka yang ramah dan penuh kasih sayang menjadikan Yorkshire Terrier teman yang ideal bagi pemilik yang mencari anjing yang setia dan penuh perhatian.



Gambar 2.8 Anjing Yorkshire Terrier

Boxer adalah ras anjing yang dikenal karena energinya yang tinggi, kecerdasannya, dan sifatnya yang setia serta penuh kasih sayang. Asal usul Boxer berasal dari Jerman pada akhir abad ke-19, di mana mereka dibiakkan sebagai anjing penjaga dan anjing pekerja. Ras ini memiliki tubuh yang kuat, berotot, dan atletis, dengan kepala besar, moncong pendek, dan ekspresi wajah yang ceria. Boxer sangat aktif dan membutuhkan banyak latihan fisik untuk menjaga kebugaran mereka, seperti berlari, bermain, atau berjalan. Meskipun memiliki penampilan yang tangguh, mereka dikenal sebagai anjing yang sangat ramah dan penuh kasih sayang terhadap keluarga mereka. Boxer sangat baik dengan anak-anak dan sering kali dikenal sebagai "anjing bayi" karena sifatnya yang lembut dan penuh perhatian terhadap anggota keluarga muda. Mereka juga sangat cerdas dan mudah dilatih, meskipun mereka bisa sedikit keras kepala, sehingga membutuhkan pendekatan pelatihan yang konsisten dan sabar. Boxer adalah anjing yang sangat sosial, membutuhkan interaksi dengan

keluarga dan aktivitas yang merangsang mental serta fisik agar tetap bahagia. Dengan perawatan yang tepat, mereka menjadi teman keluarga yang setia, aktif, dan menyenangkan.



Gambar 2.9 Anjing Boxer

Dachshund, atau yang sering disebut sebagai "anjing dachshund," adalah ras anjing kecil yang dikenal dengan tubuh panjang dan kaki pendeknya yang unik, memberi kesan seperti "anjing sosis." Asalnya berasal dari Jerman, di mana mereka dibiakkan untuk berburu di lubang atau liang, seperti berburu ular atau kelinci, dengan tubuh mereka yang ramping memudahkan mereka masuk ke dalam terowongan sempit. Meskipun ukuran tubuhnya kecil, Dachshund memiliki keberanian dan rasa ingin tahu yang besar, serta cukup mandiri dan cerdas. Mereka dikenal dengan sifatnya yang aktif, ceria, dan penuh semangat, serta sangat setia kepada pemiliknya. Dachshund adalah anjing yang baik untuk keluarga dan sangat baik dengan anak-anak, meskipun terkadang mereka bisa menjadi sedikit keras kepala atau keras dalam hal pelatihan, mengingat sifat mereka yang mandiri. Mereka juga sangat sosial dan menikmati waktu bermain atau berjalan-jalan, meskipun mereka tidak membutuhkan olahraga yang berlebihan. Dachshund memiliki berbagai variasi bulu, termasuk pendek, panjang, dan kasar, yang memberikan pilihan bagi pemilik yang mempertimbangkan perawatan bulu. Dengan kepribadian yang menyenangkan dan penampilan yang lucu, Dachshund menjadi teman yang setia dan penuh cinta bagi banyak keluarga.



Gambar 2.10 Anjing Dachshund

B. Pembelajaran Mendalam

Deep learning adalah cabang dari pembelajaran mesin (machine learning) yang berfokus pada pengembangan dan penerapan jaringan saraf tiruan (artificial neural networks) dengan banyak lapisan, yang disebut jaringan saraf dalam (deep neural networks). Teknologi ini terinspirasi oleh cara kerja otak manusia, di mana neuron-neuron bekerja secara terhubung untuk memproses informasi, mengenali pola, dan mengambil keputusan. Pada deep learning, jaringan saraf tiruan terdiri dari lapisan-lapisan yang saling terhubung, mulai dari lapisan masukan (input layer), sejumlah lapisan tersembunyi (hidden layers), hingga lapisan keluaran (output layer). Setiap lapisan bertugas untuk mengekstraksi informasi atau fitur dari data yang diberikan, dengan setiap lapisan berikutnya

bertanggung jawab untuk memahami pola yang lebih kompleks daripada lapisan sebelumnya. Pendekatan hierarkis ini memungkinkan deep learning untuk mempelajari representasi data secara otomatis, tanpa memerlukan desain fitur manual seperti yang dilakukan pada metode pembelajaran mesin tradisional.

Salah satu kekuatan utama deep learning adalah kemampuannya untuk bekerja dengan berbagai ras data, termasuk gambar, teks, suara, dan video, serta menghasilkan hasil yang sangat akurat dalam berbagai aplikasi. Dalam visi komputer, deep learning digunakan untuk tugas-tugas seperti deteksi objek, segmentasi gambar, pengenalan wajah, dan pelacakan objek. Teknologi ini memungkinkan komputer untuk memahami data visual dengan tingkat akurasi yang belum pernah dicapai sebelumnya. Di bidang pemrosesan bahasa alami (natural language processing/NLP), deep learning memungkinkan pengembangan sistem canggih seperti chatbot, asisten virtual, analisis sentimen, terjemahan bahasa otomatis, dan pencarian semantik. Sementara itu, dalam pengenalan suara, teknologi ini mendukung aplikasi seperti sistem perintah suara, transkripsi otomatis, dan asisten berbasis suara seperti Siri, Google Assistant, atau Alexa. Bahkan di sektor kesehatan, deep learning digunakan untuk menganalisis data medis, seperti mendeteksi tumor dalam citra medis, memprediksi penyakit berdasarkan data genomik, atau mengidentifikasi pola dalam data pasien yang kompleks.

Kemajuan deep learning dalam beberapa dekade terakhir tidak lepas dari berbagai faktor penting, seperti peningkatan daya komputasi yang didukung oleh GPU (Graphics Processing Unit) dan TPU (Tensor Processing Unit), yang memungkinkan pelatihan model menjadi lebih cepat dan efisien. Selain itu, ketersediaan dataset berskala besar seperti ImageNet, COCO, dan Wikipedia Corpus memberikan sumber data yang kaya untuk melatih model-model deep learning dengan berbagai ras input. Framework open-source seperti TensorFlow, PyTorch, dan Keras juga memainkan peran penting dalam mempermudah para peneliti dan praktisi untuk mengembangkan, melatih, dan mengimplementasikan model deep learning dengan lebih cepat dan fleksibel.

Namun, meskipun memiliki potensi besar, deep learning juga menghadapi sejumlah tantangan yang signifikan. Salah satunya adalah kebutuhan akan data dalam jumlah besar untuk melatih model dengan performa optimal. Dalam banyak kasus, data yang berkualitas tinggi sulit diperoleh, terutama untuk aplikasi khusus seperti diagnosis penyakit yang jarang terjadi atau pengenalan pola dalam konteks yang sangat spesifik. Selain itu, proses pelatihan deep learning sering kali memerlukan sumber daya komputasi yang sangat besar, yang menjadi hambatan bagi organisasi dengan keterbatasan perangkat keras atau anggaran. Tantangan lainnya adalah kompleksitas dan sifat "kotak hitam" dari model deep learning. Meskipun model ini menghasilkan hasil yang sangat akurat, sulit untuk menjelaskan atau menginterpretasikan alasan di balik keputusan yang diambil oleh model, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan kejelasan, seperti hukum, keuangan, atau kesehatan.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, berbagai inovasi telah dikembangkan. Salah satunya adalah transfer learning, yang

memungkinkan penggunaan model yang telah dilatih pada dataset tertentu untuk diterapkan pada dataset baru dengan data yang lebih sedikit, sehingga mengurangi kebutuhan akan dataset besar. Teknik seperti distilasi model juga memungkinkan pengembangan model yang lebih ringan dan efisien, seperti MobileNet dan Tiny-YOLO, yang dirancang untuk berjalan pada perangkat dengan sumber daya terbatas, seperti ponsel atau perangkat IoT. Selain itu, penelitian di bidang interpretabilitas (interpretability) dan explainable AI (XAI) terus berkembang untuk menjelaskan bagaimana model deep learning mengambil keputusan, sehingga meningkatkan transparansi dan kepercayaan pengguna.

Deep learning telah merevolusi berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, menciptakan peluang baru untuk inovasi yang berdampak luas pada kehidupan manusia. Di sektor transportasi, misalnya, deep learning menjadi inti dari sistem kendaraan otonom, yang memerlukan deteksi objek secara real-time untuk menghindari kecelakaan. Dalam bidang pertanian, teknologi ini digunakan untuk menganalisis data satelit, memprediksi hasil panen, atau mendeteksi hama dan penyakit tanaman. Di industri kreatif, deep learning diterapkan untuk menghasilkan karya seni, musik, atau video secara otomatis, sementara di sektor bisnis, teknologi ini digunakan untuk analisis data pelanggan, prediksi pasar, dan pengoptimalan rantai pasokan.

Dengan potensi yang luar biasa ini, deep learning menjadi salah satu pilar utama dalam pengembangan kecerdasan buatan (artificial intelligence) modern. Penelitian yang terus berlanjut di bidang ini tidak hanya membuka jalan bagi inovasi yang lebih canggih tetapi juga memberikan solusi terhadap tantangan dunia nyata yang kompleks, menjadikan deep learning sebagai teknologi yang tidak dapat terpisahkan dari perkembangan teknologi di masa depan.

III. IMPLEMENTASI

A. Persiapan Dataset

Dataset yang digunakan adalah dog-breed-image-dataset. Dataset berisi gambar dari 10 ras anjing yang terdiri dari ras anjing Golden Retriever, German Shepherd, Labrador Retriever, Bulldog, Beagle, Poodle, Rottweiler, Yorkshire Terrier, Boxer, dan Dachshund. Setiap ras terdiri dari 100 gambar dengan total gambar yang ada pada dataset sebanyak 1000 gambar.

B. Preprocessing Data

Preprocessing dataset dilakukan dengan memberikan label pada semua gambar yang ada di dataset. Pada proses ini juga dilakukan resize gambar menjadi ukuran 150 x 150 pixel. Encoding dilakukan menggunakan one-hot.

Preprocessing dataset juga dilakukan pembagian dataset untuk train dan test. Dataset yang digunakan untuk training sebesar 80% dari total dataset dan 20% sisanya untuk test.

```
X_train shape: (773, 150, 150, 3)
X_val shape: (194, 150, 150, 3)
y_train shape: (773, 10)
y_val shape: (194, 10)
```

Gambar 3.1 Pembagian Dataset

C. Training Model

Definisikan model yang digunakan terlebih dahulu sebelum dilakukan training model.

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 148, 148, 32)	896
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 74, 74, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 72, 72, 64)	18,496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 36, 36, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 34, 34, 128)	73,856
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 17, 17, 128)	0
flatten (Flatten)	(None, 36992)	0
dense (Dense)	(None, 512)	18,940,416
dropout (Dropout)	(None, 512)	0
dense_1 (Dense)	(None, 10)	5,130

Gambar 3.2 Arsitektur Model

Model yang digunakan terdiri dari 10 layer.

Setelah model didefinisikan, dilakukan training model dengan epoch sebesar 30 dan batch size sebesar 32. Proses training ini waktu yang relatif lama. Gambar dibawah ini adalah model yang telah selesai ditraining.

```
Epoch 30/30
25/25 — 1s 26ms/step - accuracy: 0.9945 - loss: 0.0171 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 4.9449e-04
```

Gambar 3.3 Proses Training Selesai

D. Evaluasi Model

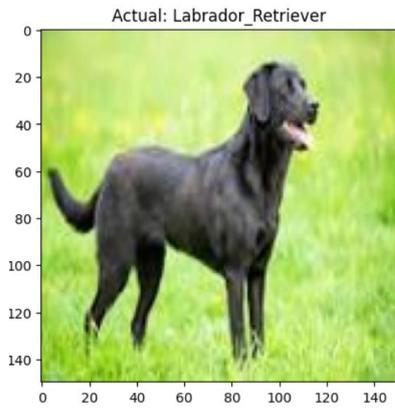
Evaluasi model dilakukan terhadap data test. Evaluasi model menunjukkan hasil yang memuaskan sehingga model disimpan dalam format .h5 yang selanjutnya dapat digunakan untuk proses klasifikasi ras anjing.

```
7/7 — 0s 7ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 2.3293e-04
Validation accuracy: 1.0000
```

Gambar 3.4 Hasil Evaluasi Model

E. Pengujian Model

Pengujian model dapat dilakukan dengan memasukkan gambar anjing yang ingin diuji. Tampilan dari hasil identifikasi dari model seperti gambar dibawah ini.



Predicted class: Labrador_Retriever

Gambar 3.5 Hasil Prediksi Model

Pada akhirnya tampilan sistem deep learning menjadi lebih mudah digunakan oleh pengguna karena pengguna hanya perlu memasukkan citra anjing dan sistem otomatis memprediksi ras anjing berdasarkan citra masukan anjing tersebut.

IV. KESIMPULAN

Deep learning dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi ras anjing berdasarkan citra anjing yang diujikan ke model deep learning yang telah dibuat. Ras anjing yang dapat diklasifikasikan oleh model deep learning adalah Golden Retriever, German Shepherd, Labrador Retriever, Bulldog, Beagle, Poodle, Rottweiler, Yorkshire Terrier, Boxer, dan Dachshund.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama, penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah Swt. Tuhan yang Maha Esa atas segala nikmat kesehatan maupun kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas makalah IF4073 Pemrosesan Citra Digital. Terima kasih kepada dosen Pemrosesan Citra Digital, Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat untuk menyokong pembuatan makalah Pemrosesan Citra Digital ini. Semoga Allah Swt. membalas

semua kebaikan dengan kebaikan yang berlipat ganda. Semoga pembahasan pada makalah ini tidak berhenti sampai disini dan terus dikembangkan lebih lanjut lagi. Makalah ini bukan makalah sempurna, masih kekurangan didalamnya. Penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya.

REFERENCES

- [1] American Kennel Club (AKC) - provides detailed descriptions and histories of various dog breeds, including Golden Retrievers, German Shepherds, Labrador Retrievers, Bulldogs, Beagles, Poodles, Rottweilers, Yorkshire Terriers, Boxers, and Dachshunds. You can find their resources at: <https://www.akc.org/dog-breeds/>. Diakses 17 Januari 2025
- [2] National Geographic - offers insights into different dog breeds, including their origins and characteristics. Explore more at: <https://www.nationalgeographic.com/animals>. Diakses 17 Januari 2025
- [3] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
- [4] <https://www.kaggle.com/datasets/khushikhushikhushi/dog-breed-image-dataset/data>. Diakses 16 Januari 2025
- [5] Munir, Rinaldi. 2024. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2024-2025/21-CNN-2024.pdf>. Diakses pada 17 Januari 2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 18 Januari 2024

Faris Fadhilah 13518026