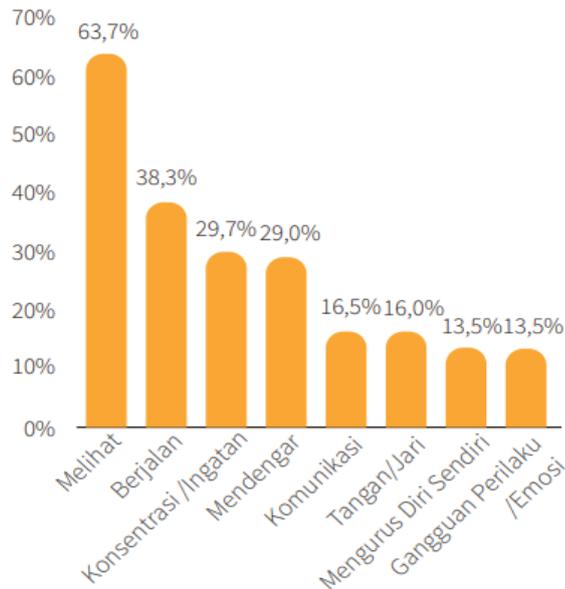


# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Penyandang disabilitas merupakan individu dengan keterbatasan, termasuk keterbatasan fisik dan intelektual. Berdasarkan jenis keterbatasannya, penyandang disabilitas dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu penyandang disabilitas fisik, penyandang disabilitas intelektual, penyandang disabilitas mental, dan penyandang disabilitas sensorik (Widinarsih, 2019, dalam Nurmalasari & Pribadi, 2022). Disabilitas sensorik mengacu pada keterbatasan dalam fungsi panca indera, dengan tiga subkategori yaitu disabilitas netra, rungu, dan wicara (Nurmalasari & Pribadi, 2022).



Gambar I.1 Persentase penyandang disabilitas berdasarkan jenisnya  
Sumber (Susenas, 2020, dalam Bappenas, 2021)

Berdasarkan data sensus penduduk pada tahun 2020 yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik, Indonesia memiliki populasi lebih dari 270 juta jiwa (BPS, 2020). Pada tahun 2024, Indonesia mengalami peningkatan jumlah penduduk sebanyak 11 juta jiwa yang menjadikannya negara keempat dengan jumlah penduduk terbanyak di dunia (BPS, 2024). Berdasarkan jumlah tersebut, pada tahun 2020 terdapat sekitar 22,97 juta jiwa atau sekitar 8,51% jiwa dari total penduduk pada tahun tersebut yang termasuk dalam penyandang disabilitas (Kemensos, 2022). Dalam kategori

ini, penyandang disabilitas netra mendominasi dengan sekitar 3.474.035 jiwa (Brebahama dkk., 2020). Kemudian menurut data dari Persatuan Tunanetra Indonesia (2020), pada tahun 2020, Indonesia memiliki sekitar 3.750.000 penyandang disabilitas netra. Berdasarkan data tersebut, disabilitas netra merupakan jenis disabilitas dengan jumlah tertinggi dibandingkan kategori lainnya. Pada tahun yang sama, penyandang disabilitas netra menempati 63,7% jiwa dari total keseluruhan jenis disabilitas (Susenas, 2020, dalam Bappenas, 2021) sebagaimana terlihat pada Gambar I.1. Jumlah tersebut juga akan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan penduduk yang ada di Indonesia.

Penyandang disabilitas seringkali menghadapi kesulitan dalam mengakses berbagai layanan umum, seperti pendidikan, kesehatan, dan pekerjaan (Sukmana, 2020, dalam Brebahama dkk., 2020). Kendala ini disebabkan oleh keterbatasan fisik yang dialami, yang menjadi permasalahan umum bagi difabel netra. Kesulitan yang dihadapi mencakup kesulitan dalam mobilitas, gangguan dalam keterampilan kerja produktif, serta perasaan kurang percaya diri dan kesulitan berinteraksi dengan lingkungan sekitar (Sukmana, 2020, dalam Brebahama dkk., 2020). Selain itu, aksesibilitas terhadap teknologi dan informasi yang terbatas juga memperburuk kondisi ini, sehingga penyandang disabilitas sering kali terisolasi dari berbagai aktivitas yang ada di masyarakat.

Penyandang disabilitas netra atau difabel netra adalah seseorang yang memiliki indra penglihatan, akan tetapi tidak dapat digunakan secara total atau sebagian sebagai saluran informasi sebagaimana orang yang dapat melihat dengan baik (Rahmah, 2019). Pada konteks yang sama, saat ini difabel netra di Indonesia masih menghadapi banyak kendala dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam hal mengakses informasi, produk dan/atau layanan jasa keuangan salah satunya dalam melakukan transaksi keuangan (Putri & Halim, 2022). Penyandang disabilitas netra sering kali harus bergantung pada bantuan orang lain untuk mengidentifikasi dan memeriksa uang yang serahkan maupun yang diterima oleh difabel netra. Hal tersebut dapat menjadi situasi yang berisiko seperti penipuan terhadap nominal uang atau menerima uang palsu, terutama karena keterbatasan difabel netra dalam hal keuangan dan melakukan transaksi secara mandiri.

Meskipun banyaknya jumlah difabel netra di Indonesia merupakan pasar potensial bagi perbankan dan lembaga keuangan, namun perhatian pemerintah dan solusi untuk memenuhi kebutuhan difabel netra masih kurang (Adib, 2020). Belum terdapat solusi yang tepat yang dapat memperentari antara pihak lembaga keuangan dan penyandang disabilitas netra sehingga membuat akses dalam layanan keuangan semakin terbatas (Adib, 2020). Hal ini menyoroti pentingnya mendorong literasi dan inklusi keuangan bagi difabel netra, serta meningkatkan aksesibilitas layanan perbankan. Salah satu bentuk upaya pemerintah dalam pengembangan literasi dan inklusi keuangan bagi difabel netra yaitu dengan membangun infrastruktur literasi keuangan bagi penyandang disabilitas tuna netra yaitu buku perencanaan keuangan dalam versi *braille* (Saputra, 2023). Hal ini merupakan langkah awal yang penting dalam upaya meningkatkan literasi dan inklusi keuangan bagi difabel netra. Namun hal tersebut juga masih membutuhkan upaya-upaya lain yang lebih komprehensif seperti pelatihan literasi keuangan bagi difabel netra, penyediaan layanan perbankan yang aksesibel bagi difabel netra, dan sebagainya.

Pentingnya literasi dan inklusi keuangan bagi difabel netra di Indonesia menjadi semakin nyata seiring dengan meningkatnya peredaran uang palsu di Indonesia. Menurut Otoritas Jasa Keuangan (t.t.), dalam Tokopedia, (t.t.), uang palsu adalah mata uang tiruan yang diproduksi oleh pihak yang tidak berwenang dengan berbagai upaya agar penerimanya tidak dapat membedakan antara asli dan palsu yang digunakan untuk tujuan penipuan atau pemalsuan. Berdasarkan Peraturan Bank Indonesia, Pasal 1 angka 11 Nomor 21/10/PBI/2019 Tahun 2019, uang Rupiah palsu merujuk pada suatu objek yang memiliki materi, dimensi, warna, gambar, dan/atau desain yang menyerupai dengan uang Rupiah asli, yang diproduksi, dibentuk, dicetak, direplikasi, disebarluaskan, atau digunakan sebagai alat pembayaran secara ilegal atau melawan hukum Berdasarkan hal tersebut, uang Rupiah palsu dapat dikenali dengan beberapa cara, seperti material penyusun, ukuran, warna, gambar, dan desain yang menyerupai Rupiah yang dibuat, dibentuk, dicetak, digandakan, atau diedarkan. Uang palsu tersebut dapat merugikan masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung serta dapat mempengaruhi skala yang lebih besar, seperti menimbulkan inflasi dan

berdampak negatif terhadap stabilitas ekonomi suatu negara dan masyarakat secara keseluruhan.



Gambar I.2 Jumlah peredaran uang palsu di Indonesia tahun 2016-2022  
Sumber (Bank Indonesia, 2022, dalam Sadya, 2022)

Data yang bersumber dari Bank Indonesia (2022), dalam Sadya (2022), juga menunjukkan bahwa jumlah peredaran uang palsu di Indonesia mencapai 575.327 lembar pada tahun 2022 (Tercatat dari Januari sampai dengan Oktober 2022) yang dapat dilihat pada Gambar I.2. Jumlah ini meningkat sebesar 154,38% dibandingkan sebelumnya yang sebanyak 260.394 lembar pada tahun 2021 (Bank Indonesia, 2022, dalam Sadya, 2022). Fakta ini harus menjadi perhatian serius karena dapat menimbulkan masalah di kemudian hari terutama dalam keamanan bertransaksi bagi masyarakat Indonesia. Selain itu, tingginya jumlah peredaran uang Rupiah palsu dapat mengurangi kepercayaan masyarakat terhadap mata uang Rupiah dan sistem keuangan nasional.

Pengenalan dan pencegahan penyebaran uang palsu adalah sebuah masalah yang sangat butuh perhatian. Keberadaan uang palsu dapat berdampak negatif terhadap stabilitas ekonomi suatu negara dan masyarakat secara keseluruhan. Dampak yang dihasilkan dapat mengancam kondisi stabilitas politik, kondisi moneter, perekonomian nasional, bahkan dapat melemahkan kepercayaan masyarakat

terhadap uang Rupiah (Dewi, 2022). Dalam konteks Indonesia, masalah uang palsu adalah permasalahan yang serius yang memerlukan perhatian khusus. Salah satu yang berpotensi terkena dampak pada permasalahan ini yaitu difabel netra. Keterbatasan penglihatan yang dialami oleh difabel netra, sehingga rentan terhadap menerima uang palsu tanpa bisa memeriksa keasliannya. Kondisi ini tidak hanya mempengaruhi kemandirian difabel netra dalam bertransaksi, tetapi juga berpotensi menjadi korban penipuan atau kerugian finansial yang signifikan.



Gambar I.3 Fitur *blind code* pada uang kertas Rupiah  
Sumber (Hartono, 2017)

Secara umum, Bank Indonesia terus melakukan upaya dalam pencegahan peredaran uang Rupiah palsu. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu bekerja sama dengan pemerintah dalam membentuk Badan Koordinasi Pemberantasan Uang Palsu (BOTASUPAL) yang terdiri dari Badan Intelijen Negara (BIN), Polri, Kejaksaan Agung, Kementerian Keuangan, dan Bank Indonesia (Santoso & Hariyanto, 2023). Selain itu, Bank Indonesia juga terus melakukan inovasi dalam merancang uang Rupiah agar sulit dipalsukan salah satunya dengan penambahan fitur keamanan pada uang kertas Rupiah (Sumardijanto dkk., 2023). Secara spesifik untuk difabel netra, Bank Indonesia telah menyediakan fitur *blind code* pada uang kertas Rupiah. *Blind code* pada uang kertas rupiah berfungsi sebagai kode bahasa yang memuat informasi, termasuk besaran nominal uang, agar penyandang disabilitas netra dapat mengenali uang kertas dengan cara yang sama seperti orang lain (Hafiar dkk., 2020).

Pada konteks yang sama, penelitian yang dilakukan oleh Hafiar dkk., (2020) mengungkapkan bahwa walaupun uang kertas Rupiah sudah dilengkapi dengan *blind code* (penanda khusus bagi disabilitas netra), namun bagi sebagian penyandang disabilitas netra, masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi uang yang palsu. Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa penyandang disabilitas netra memiliki 3 (tiga) jenis kendala pada saat menggunakan fitur *blind code* tersebut. Pertama, kendala dalam membedakan fitur *blind code* pada uang dengan nominal yang berbeda. Kedua, kondisi fisik uang kertas yang berbeda-beda. Uang kertas Rupiah yang sering dilipat, diremas, atau berada dalam kondisi lembab cenderung mengalami penipisan pada fitur *blind code*. Sehingga, penyandang disabilitas netra kesulitan merasakan perbedaan pada fitur *blind code*. Ketiga, kurangnya pengetahuan atau keterampilan dalam menggunakan blind code di kalangan penyandang disabilitas netra. Meskipun fitur ini dirancang untuk membantu, tidak semua penyandang disabilitas netra telah mendapatkan sosialisasi atau pelatihan yang cukup dalam menggunakan blind code secara efektif. Sehingga, hal ini harus menjadi perhatian khusus bagi otoritas keuangan dan lembaga terkait untuk terus meningkatkan sistem keamanan mata uang dan memberikan edukasi yang lebih efektif kepada masyarakat, termasuk penyandang disabilitas netra. Upaya kolaboratif antara pemerintah, sektor swasta, dan organisasi sosial juga diperlukan guna mengembangkan solusi inovatif yang dapat meminimalkan risiko peredaran uang palsu serta memastikan keadilan akses bagi semua lapisan masyarakat. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi yang dapat membantu difabel netra untuk mengidentifikasi uang palsu dengan lebih efektif dan mandiri.

Selain penggunaan fitur *blind code* tersebut, masih terdapat beberapa fitur-fitur lainnya dengan karakteristiknya masing-masing yang terdapat pada uang kertas Rupiah. Berdasarkan informasi yang dikutip dari Bank Indonesia (2017), dalam Limanto & Kusuma (2020), bahwa terdapat 12 fitur keamanan yang terdapat pada uang kertas Rupiah tahun emisi 2016 sesuai dengan ketentuan resmi yang diterbitkan oleh Departemen Pengelolaan Uang Bank Indonesia, yaitu *Money Material*, *Money Color*, *Security Thread*, *Colour Shifting Ink*, *Multicolour Latent Image*, *Special Printing Technique*, *Blind Code*, *Watermark*, *Rectoverso*, *Invisible*

*Ink, Microtext, dan Latent Image*. Selain pada uang kertas Rupiah tahun emisi 2016, menurut artikel yang dikutip dalam Jurnal Universitas Kebangsaan (2024), bahwa terdapat beberapa penambahan dan perubahan fitur keamanan pada uang kertas Rupiah tahun emisi 2022, diantaranya yaitu benang pengaman dibuat dengan lebih lebar dengan efek warna yang berubah-ubah ketika dilihat dari sudut pandang berbeda, gambar tersembunyi berisi nominal uang dan tahun emisi yang dapat dilihat melalui sinar *ultraviolet*, tinta berubah warna ketika dilihat dari sudut pandang berbeda, dan cetakan mikro berisi tulisan-tulisan kecil yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan kaca pembesar. Sehingga, penggunaan fitur-fitur lain yang terdapat pada uang kertas Rupiah tahun emisi 2016 dan 2022 tersebut dapat digunakan dalam mengidentifikasi keaslian uang kertas Rupiah yang akan digunakan oleh penyandang disabilitas netra dalam bertransaksi sehari-hari.

Pada hal yang berbeda, perkembangan teknologi khususnya dalam bidang kecerdasan buatan, memberikan potensi besar untuk mengatasi masalah ini dengan pendekatan yang lebih canggih dan akurat. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah menggunakan teknologi *Computer Vision*. Inti dari teknologi *computer vision* adalah untuk menduplikasi kemampuan penglihatan manusia ke dalam benda elektronik sehingga benda elektronik dapat memahami dan memahami gambar yang dimasukkan (Sonka dkk., 2007 dalam Prabowo & Abdullah, 2018). Pendekatan ini telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi, termasuk pengenalan objek, wajah, dan pemrosesan citra. Beberapa penelitian telah memanfaatkan pendekatan ini, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Darmawan dkk. (2022), yang berjudul “Implementasi Metode *Deep Learning* Pada Prototipe Validator Uang Rupiah”. Penelitian ini menggunakan algoritma YOLOv4 untuk mendeteksi pola-pola keaslian uang kertas Rupiah, dengan hasil presisi rata-rata 99% untuk setiap kelas atau nominal yang diuji. Kemudian pada penelitian yang berbeda yang dilakukan oleh Zulfiansyah dkk. (2023), dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Keaslian Uang Kertas Rupiah Menggunakan Sinar UV dengan Metode *Machine Learning*” yang menunjukkan penggunaan sinar *ultraviolet* dan algoritma *machine learning* yaitu k-NN dan CNN untuk mendeteksi keaslian uang kertas Rupiah. Penelitian tersebut mengembangkan sistem pendeteksi keaslian uang kertas Rupiah menggunakan

sinar *ultraviolet* dan algoritma *machine learning*, yaitu k-NN dan CNN, yang menghasilkan tingkat keberhasilan prediksi lebih dari 90% dengan waktu deteksi kurang dari 4 detik untuk 10 lembar uang kertas. Penelitian ini menegaskan pentingnya penggunaan teknologi canggih seperti *machine learning* dalam meningkatkan keakuratan dan efisiensi pendeteksian keaslian uang kertas.

Terdapat berbagai algoritma pembelajaran mesin yang dapat dimanfaatkan dalam pemanfaatan teknologi *Computer Vision*. Dalam konteks ini, *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan salah satu algoritma yang menjadi fokus utama dalam pengembangan sistem pengenalan visual. CNN dirancang khusus untuk menangani data berupa citra, sehingga sangat efektif dalam tugas-tugas seperti klasifikasi objek, deteksi objek, dan segmentasi gambar. Selain itu, CNN memiliki kemampuan klasifikasi yang diperuntukkan untuk data gambar dan dapat secara otomatis mengekstraksi ciri penting dari setiap citra tanpa bantuan manusia (Herlambang dkk., 2021). CNN juga lebih efisien dibandingkan dengan metode *neural network* lainnya terutama untuk penggunaan memori dan kompleksitas arsitektur model (Herlambang dkk., 2021).

Dalam pengembangan teknologi *Computer Vision*, algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) telah mengalami evolusi signifikan dengan munculnya berbagai varian arsitektur model yang menawarkan peningkatan kinerja yang disebut dengan model *pre-trained*. Namun, karena semakin banyaknya *layer* dan *filter* yang digunakan, beberapa arsitektur CNN yang sudah ada, seperti Alexnet dan Googlenet, membutuhkan waktu komputasi yang lama (Sabilla, 2020). Beberapa arsitektur model yang menjadi perhatian karena memiliki keunggulan dalam segi efisiensi parameter dan komputasi yang cepat diantaranya yaitu EfficientNetV2 dan VGG-19.

EfficientNetV2 adalah arsitektur baru dalam *Convolutional Neural Network* (CNN) yang memiliki kecepatan pelatihan lebih cepat dan efisiensi parameter lebih baik dibandingkan arsitektur model yang sudah ada sebelumnya (Tan & Le, 2021). Hal ini diperkenalkan dalam penelitian yang berjudul “*EfficientNetV2: Smaller Models and Faster Training*” yang dilakukan oleh Tan & Le (2021). Penelitian tersebut membanding berbagai jenis arsitektur *Convolutional Neural*

*Network* (CNN) dengan hasil percobaan yaitu EfficientNetV2 berlatih hingga 11 kali lebih cepat dan berukuran hingga 6,8 kali lebih kecil dibandingkan arsitektur yang lainnya (Tan & Le, 2021).

Pada arsitektur yang berbeda, VGG-19 merupakan salah satu arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) klasik yang tetap relevan dan sering digunakan dalam berbagai konteks proyek dan penelitian. VGG-19 adalah arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan memiliki 19 *layer* untuk mengekstraksi informasi dari dataset *input* pada lapisan *neural network*. Pada jurnal “*A comparison between the VGG16, VGG19, and ResNet50 architecture frameworks for classification of normal and CLAHE processed medical images*” yang ditulis oleh Kamal & Ez-zahraouy (2023), terdapat perbandingan antara arsitektur VGG-19 dengan arsitektur lainnya dalam menyelesaikan studi kasus yang cukup beresiko serta membutuhkan tingkat kehati-hatian dalam mengekstraksi fitur pada citra yaitu melakukan klasifikasi gambar medis. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa VGG-19 lebih efisien, dengan akurasi tinggi dan waktu pelatihan lebih singkat dibandingkan arsitektur yang lain pada penelitian yang sama (Kamal & Ez-zahraouy, 2023).

Pada umumnya, arsitektur model *pre-trained* seperti EfficientNetV2 dan VGG-19 pada awalnya sebagian besar dilatih dengan menggunakan *dataset* yang sangat besar seperti *dataset* ImageNet atau CIFAR. Dataset ImageNet berisi jutaan gambar yang diklasifikasikan ke dalam lebih dari 20.000 kategori atau kelas yang berbeda. Kategori-kategori ini mencakup berbagai objek, hewan, pemandangan, alat, dan banyak item lainnya yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan, pada dataset CIFAR berisi 60.000 gambar berukuran 32x32 piksel yang diklasifikasikan ke dalam 10 kategori (CIFAR-10) dan 100 kategori (CIFAR-100), seperti pesawat terbang, mobil, burung, kucing, dan anjing.

Pada arsitektur model EfficientNetV2 awalnya dilatih menggunakan *dataset* ImageNet21k, kemudian dilakukan pengujian performa menggunakan dataset CIFAR dengan akurasi tertinggi 99.1% pada *dataset* CIFAR-10 dan 92.3% pada *dataset* CIFAR-100 (Tan & Le, 2021). Sedangkan pada arsitektur model VGG-19, awalnya dilatih menggunakan *dataset* ImageNet pada kompetisi *ImageNet*

*Large Scale Visual Recognition Challenge* pada tahun 2014, dengan hasil juara kedua dengan akurasi 92.7% pada *dataset* validasi ImageNet (Simonyan & Zisserman, 2015). Sehingga, berdasarkan perbedaan data yang digunakan pada pelatihan awal arsitektur *pre-trained* tersebut dengan permasalahan yang diangkat pada penelitian ini, mengharuskan penggunaan metode *fine-tuning* untuk menyesuaikan model *pre-trained* dengan karakteristik *dataset* baru yang digunakan, demi mencapai performa yang optimal dalam tugas klasifikasi yang spesifik. Metode yang sama juga dilakukan oleh Pradana dkk. (2024), dalam penelitian dengan judul “*Fine tuning model Convolutional Neural Network EfficientNet-B4 dengan augmentasi data untuk klasifikasi penyakit kakao*”, yang menggunakan metode *fine-tuning* untuk meningkatkan akurasi pada model *pre-trained* EfficientNet-B4 pada *dataset* baru, dengan hasil akurasi 97,3% yang lebih tinggi 7,4% dibandingkan akurasi model yang asli.

Pada penelitian yang sama juga menyimpulkan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya akurasi pada pelatihan model *pre-trained* yaitu *dataset* yang digunakan, penggunaan *fine-tuning* yang tidak tepat, dan penggunaan *layer* tambahan (Pradana dkk., 2024). Salah satu cara untuk melakukan penyesuaian antara *dataset* yang digunakan dengan arsitektur model yang akan dilatih, pada penelitian tersebut melakukan penambahan objek secara semu menggunakan 7 (tujuh) jenis augmentasi data. Penggunaan augmentasi tidak membuat data menjadi seimbang, tetapi model EfficientNet-B4 dapat beradaptasi dengan baik pada *dataset* yang baru dengan nilai metrik *accuracy* 97,72%, *precision* 98,47%, *recall* 91%, dan *F1-Score* 94,59% (Pradana dkk., 2024).

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, pemanfaatan augmentasi data juga dapat meningkatkan akurasi dari arsitektur model *pre-trained* dengan cukup signifikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa augmentasi data dapat meningkatkan akurasi arsitektur model *Convolutional Neural Network* (CNN) dan model *pre-trained*. Sebagai contoh, sebuah penelitian yang dilakukan oleh Sanjaya & Ayub (2020), menunjukkan bahwa metode data augmentasi dapat meningkatkan kinerja model *pre-trained*, di mana model yang dibangun dengan *fine-tuning* menggunakan *ResNet50* mencapai akurasi uji sebesar 90% setelah menerapkan

augmentasi data. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan augmentasi dapat secara signifikan meningkatkan akurasi model CNN serta model *pre-trained*, sehingga penerapan augmentasi data bersama dengan metode *fine-tuning* diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik pada pelatihan model *pre-trained*.

Pada konteks yang berbeda, terdapat beberapa penelitian serta karya ilmiah yang menunjukkan penggunaan *hyperparameter tuning* dapat meningkatkan performa pada suatu model. Salah satunya, yaitu buku yang ditulis oleh Bartz dkk. (2023), dengan judul “*Hyperparameter Tuning for Machine and Deep Learning with R*” yang menunjukkan bagaimana pentingnya penggunaan *hyperparameter tuning* dalam pelatihan *machine learning* dan *deep learning*, terutama dalam memahami mekanisme kerja dari *neural network* yang kompleks. Buku tersebut menunjukkan bahwa peningkatan daya komputasi, kompleksitas algoritma, dan arsitektur model yang berkembang pesat maka sangat dibutuhkan untuk melakukan *hyperparameter tuning*. Selain itu, pada penelitian berbeda yang dilakukan oleh Mujilahwati dkk. (2021), yang berjudul “Optimasi *Hyperparameter* TensorFlow dengan Menggunakan Optuna di Python: Study Kasus Klasifikasi Dokumen Abstrak Skripsi” yang menghasilkan penerapan teknik *hyperparameter tuning* menggunakan Optuna yang berhasil meningkatkan akurasi dari 66,66% menjadi 76,19% (kurang lebih 10% akurasi) setelah melalui 500 kali percobaan (*trials*). Penerapan teknik *hyperparameter tuning* menggunakan Optuna dalam penelitian ini dapat menjadi langkah penting untuk lebih meningkatkan performa model yang digunakan dalam identifikasi uang palsu, terutama dalam konteks membantu penyandang disabilitas netra.

Selain beberapa metode pelatihan model sebelumnya, tahap pengembangan model juga tidak pernah terlepas melalui proses evaluasi model. Melalui penelitian yang dilakukan oleh Yang dkk. (2022), dengan judul “*Data Leakage in Notebooks: Static Detection and Better Processes*” yang menuliskan bahwa terdapat 2 (dua) jenis evaluasi pada model yang sedang dikembangkan. Pada umumnya, evaluasi model dilakukan secara *offline* sebelum *deployment* yang bertujuan untuk memastikan kualitas model sebelum diterapkan dalam produksi, guna

menghindari eksposur pengguna terhadap model berkualitas rendah. Selain itu, terdapat juga evaluasi *online* dengan melakukan evaluasi model pada tahap *deployment*. Evaluasi *online* ini juga memungkinkan peneliti untuk memantau performa model secara *real-time* dalam lingkungan produksi, memastikan bahwa model tetap berfungsi dengan baik dan memberikan hasil yang diharapkan setelah melalui tahapan *deployment*. Hal tersebut juga menjadi landasan peneliti untuk melakukan *deployment* pada penelitian ini. Selain itu, tujuan utamanya untuk mengembangkan sistem praktis yang dapat digunakan langsung oleh penyandang disabilitas netra, sekaligus juga merupakan faktor keberlanjutan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang serupa.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan potensi kedua arsitektur model *pre-trained* di atas dalam mengatasi permasalahan mengenai identifikasi keaslian uang kertas Rupiah untuk difabel netra serta memberikan manfaat yang signifikan bagi difabel netra dan masyarakat secara keseluruhan. Selain itu, pemanfaatan *image augmentation* dan *hyperparameter tuning* dengan Optuna diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan efektifitas model *Convolutional Neural Network* (CNN) dan model *pre-trained* dalam melakukan tugas klasifikasi untuk mendeteksi uang palsu untuk difabel netra. Selain itu, penelitian ini akan mempelajari terkait fitur-fitur tambahan selain fitur *blind code* yang akan digunakan sebagai karakteristik pembeda antara uang kertas Rupiah asli dan palsu. Kemudian, pengembangan model identifikasi uang kertas Rupiah akan dilakukan evaluasi melalui tahap *deployment* untuk memastikan model yang dihasilkan dapat dilakukan secara praktis dan efektif oleh difabel netra. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh difabel netra dan masyarakat secara keseluruhan untuk mengantisipasi sejak dini penyebaran uang palsu di lingkungan masyarakat yang dapat menimbulkan kerugian secara finansial. Hasil model identifikasi dari penelitian ini juga dapat menjadi acuan bagi lembaga keuangan, Persatuan Tunanetra Indonesia, ataupun lembaga keuangan dan sosial lainnya untuk meningkatkan keamanan serta keterlibatan difabel netra dalam melakukan transaksi keuangan.

## I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan permasalahan untuk penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana perbedaan performa prediksi dan efisiensi waktu pelatihan antara arsitektur *custom convolutional neural network* (CNN) dan metode *fine-tuning* pada model *pre-trained* dapat mempengaruhi ketepatan dan efektivitas dalam pengenalan keaslian uang kertas Rupiah?
- b. Sejauh mana penggunaan metode *image augmentation* dan *hyperparameter tuning* dapat meningkatkan kemampuan pengenalan uang palsu dengan metode *fine-tuning* pada model *pre-trained*?
- c. Apa saja karakteristik pada uang kertas Rupiah asli yang dapat diidentifikasi menggunakan metode *fine-tuning* pada model *pre-trained*?
- d. Apakah terdapat perbedaan performa identifikasi keaslian uang kertas Rupiah setelah dilakukan identifikasi secara *real-time* melalui *deployment*?

## I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, tujuan penelitian sebagai berikut:

- a. Menganalisis dan mengevaluasi perbedaan antara *custom Convolutional Neural Network* (CNN) dan metode *fine-tuning* pada model *pre-trained* dalam konteks pengenalan keaslian uang kertas Rupiah berdasarkan performa prediksi dan efisiensi waktu pelatihan.
- b. Menilai pengaruh metode *image augmentation* dan *hyperparameter tuning* terhadap peningkatan kemampuan pengenalan keaslian uang kertas Rupiah.
- c. Mengidentifikasi dan menemukan fitur-fitur pada uang kertas Rupiah yang digunakan dalam proses pengenalan uang palsu menggunakan model *pre-trained*.
- d. Menganalisis perbedaan performa identifikasi keaslian uang kertas Rupiah secara *real-time* setelah dilakukan *deployment*.

#### **I.4 Batasan Penelitian**

Penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

- a. Data yang digunakan adalah citra uang Rupiah dalam bentuk kertas tahun emisi 2016 dan 2022 dengan nominal Rp10.000,00, Rp20.000,00, Rp50.000,00, dan Rp100.000,00.
- b. Citra uang kertas Rupiah diambil dengan berbagai kondisi seperti normal, kusut, terdapat coretan, dan beberapa kondisi tertentu yang tidak disadari oleh tunanetra seperti posisi uang yang miring dan terbalik 180°.
- c. Pengambilan citra uang kertas Rupiah dilakukan pada kedua sisi uang, yaitu sisi depan dan sisi belakang.
- d. Penelitian ini tidak akan membahas aspek produksi atau penyebab penyebaran uang palsu, melainkan akan fokus pada pengembangan sistem identifikasi dan pencegahan penyebaran uang palsu.
- e. Penelitian ini akan mempertimbangkan keterbatasan waktu yang ada dan tidak akan mencakup pengujian lapangan yang sangat luas atau penelitian yang bersifat jangka panjang.

#### **I.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat yang signifikan kepada berbagai pihak yang terkait. Manfaat penelitian ini meliputi:

- a. Bagi difabel netra, penelitian ini akan memberikan manfaat secara langsung bagi difabel netra dengan menyediakan alat bantu yang dapat membantu dalam mengidentifikasi keaslian uang kertas Rupiah secara mandiri. Hal ini akan meningkatkan kemandirian difabel netra dalam bertransaksi keuangan dan aktivitas sehari-hari.
- b. Bagi masyarakat, penelitian ini akan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang isu difabel dan kontribusi teknologi, masyarakat akan menjadi lebih inklusif dan peduli terhadap kebutuhan difabel. Ini akan menciptakan lingkungan yang lebih ramah bagi semua individu.
- c. Bagi institusi pendidikan dan penelitian, penelitian ini akan memberikan panduan dan wawasan tentang penggunaan teknologi Computer Vision dalam konteks pengenalan uang palsu dan pengembangan alat bantu

untuk difabel. Ini akan bermanfaat bagi institusi pendidikan dan penelitian dalam mengembangkan solusi serupa.

- d. Bagi pihak terkait seperti organisasi difabel, pihak berwenang, dan lembaga sosial, akan mendapatkan manfaat dari solusi yang dikembangkan dalam penelitian ini. Sehingga dapat mengadopsi atau berkolaborasi dalam menyebarkan teknologi ini kepada difabel netra.
- e. Bagi pengembang teknologi, dapat menjadi contoh penggunaan teknologi Computer Vision dalam aplikasi yang berdampak sosial. Hal ini dapat mendorong perkembangan teknologi serupa untuk masalah lain yang melibatkan difabel dan masyarakat pada umumnya

## **I.6 Sistematika Penulisan**

Penelitian ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

### **Bab I      Pendahuluan**

Pada bab ini berisi uraian mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan yang akan mengarahkan pembaca untuk memahami konteks dan ruang lingkup penelitian ini.

### **Bab II     Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi literatur dan teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang sedang diteliti yang akan menjadi dasar pengetahuan untuk mendukung topik penelitian yang diangkat. Pada bab ini juga terdapat penelitian terdahulu dan perbedaannya dengan penelitian yang akan dilakukan. Pada akhir bab, terdapat analisis pemilihan metodologi/metode/kerangka kerja yang akan digunakan pada penelitian ini.

### **Bab III    Metodologi Penelitian**

Pada bab ini akan diuraikan mengenai langkah-langkah dan prosedur penelitian, termasuk metode yang digunakan serta model konseptual

yang menjadi dasar strategi dan langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian ini.

#### **Bab IV Analisis dan Perancangan**

Bab ini akan membahas terkait analisis terhadap sistem *existing* uang kertas Rupiah, proses identifikasi kebutuhan dan pengumpulan data, tahapan *preprocessing* data pada citra uang kertas Rupiah, persiapan dan pelatihan model, metode evaluasi yang digunakan, dan perancangan skema *deployment* model identifikasi keaslian uang kertas Rupiah.

#### **Bab V Hasil dan Evaluasi**

Bab ini akan membahas hasil implementasi dan pengujian model yang digunakan dengan lebih detail berdasarkan metode evaluasi yang digunakan. Pada bab ini dipaparkan juga hasil implementasi skema *deployment* model identifikasi keaslian uang kertas Rupiah.

#### **Bab VI Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan dari seluruh kegiatan penelitian yang dilakukan. Pada bab ini dipaparkan juga saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.