

RESEARCH ARTICLE

Rancang Bangun Skema Autentikasi *Biometric Palm Vein* sebagai Faktor *E-Payment* pada Kasus *Vending Machine*

Muhammad Ramadhan Prayitno, Parman Sukarno* and Rizka Reza Pahlevi

Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: psukarno@telkomuniversity.ac.id

Received on 07 August 2023; accepted on 09 September 2023

Abstrak

E-Payment merupakan sistem pembayaran elektronik yang menggunakan fasilitas internet sebagai sarana perantara. Pesatnya perkembangan jaman membuat penggunaan mesin untuk menggantikan peran manusia juga meningkat, salah satu contohnya adalah mesin penjual otomatis (*vending machine*). Pada salah satu penelitian mengenai sistem *e-payment* pada *vending machine* memperkenalkan metode pembayaran dengan *smart card* untuk menangani permasalahan pada sistem pembayaran yang masih menggunakan uang kertas dan koin. Penelitian selanjutnya pada topik yang sama memperkenalkan metode pembayaran *biometric fingerprint* untuk mengatasi masalah keamanan sistem dalam penelitian sebelumnya. *Autentikasi biometric fingerprint* masih memiliki beberapa masalah keamanan, salah satunya kemungkinan terduplikasi karena akan meninggalkan jejak cetakan laten pada perangkatnya. Dalam penelitian ini, dibangun sistem pengenalan *palm vein* menggunakan *opencv* untuk mengolah gambar dan algoritma CNN untuk mendapatkan hasil autentikasi. Dataset yang digunakan untuk membangun training model diambil sendiri dengan perangkat yang dibangun. Dataset terdiri dari 2 kelas (R dan M) yang masing-masing berjumlah 100 buah dengan proses pengambilan berbeda-beda, seperti tingkat cahaya dan sudut pengambilan gambar. Dari model yang dibangun, akurasi yang didapatkan adalah 78% dengan nilai *recall* 96%.

Key words: *E-Payment, Contactless Authentication, Biometric, Palm Vein, Vending Machine, CNN.*

Pendahuluan

E-Payment merupakan sistem pembayaran elektronik yang menggunakan fasilitas internet sebagai sarana perantara. Pada saat ini, terdapat banyak metode pembayaran elektronik, seperti *internet banking, e-money, smart card, kartu kredit, dan sebagainya*. Pesatnya perkembangan jaman membuat penggunaan mesin untuk menggantikan peran manusia juga meningkat, salah satu contohnya adalah mesin penjual otomatis (*vending machine*). Namun, *vending machine* yang ada saat ini masih menggunakan pembayaran secara tradisional seperti uang koin ataupun kertas, yang dimana masih memiliki banyak kelemahan dan ancaman yang dapat terjadi pada sistem pembayarannya.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Aneeqa Ramzan et al. [1], disebutkan beberapa resiko yang ada pada sistem pembayaran tradisional dan pada penelitian ini diimplementasikan penggunaan *smart card* (RFID) sebagai sistem pembayaran pada *vending machine* untuk mengatasi resiko seperti penyimpanan koin yang dapat terisi penuh sehingga mempengaruhi penanganan koin, hanya menerima uang kertas yang baru, konsumen tidak selalu memiliki uang tunai, dan tidak adanya perlindungan kata sandi pada sistem. Pada penelitian yang dilakukan oleh Satria Hutomo et al. [2] mengatakan sistem pembayaran menggunakan *smart card* belum sepenuhnya mengatasi kelemahan yang ada. *Smart card* sebagai sistem pembayaran rentan hilang dan karena

tidak adanya cara untuk mengautentikasi penggunaannya, dapat digunakan oleh pihak selain pemiliknya [2]. Pada penelitian ini digunakan pengimplementasian *biometric fingerprint* untuk mengatasi kelemahan dan ancaman dari cara tradisional dan *smart card*. Namun, pandemi COVID-19 yang melanda secara global memaksa setiap orang untuk menghindari kontak fisik sebisa mungkin. Menurut studi "*Back to Business*" yang dilakukan oleh Visa, sebesar 78% konsumen global telah mengubah cara mereka melakukan pembayaran akibat pandemi [3]. Penggunaan *biometric fingerprint* mengharuskan pengguna untuk menyentuh perangkat untuk melakukan autentikasi sehingga tidak terhindar dari kontak fisik dan memiliki resiko diduplikasi atau dipalsukan berdasarkan cetakan laten yang tertinggal pada perangkatnya [4].

Berangkat dari latar belakang penelitian sebelumnya ditambah tuntutan pandemi COVID-19 yang mengharuskan manusia untuk meminimalisir kontak fisik, maka penelitian tugas akhir ini menerapkan skema autentikasi *biometric palm vein* sebagai alat pembayaran elektronik tanpa kontak fisik pada *vending machine*. Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dipaparkan, rumusan permasalahan dari tugas akhir ini mengangkat mengenai faktor autentikasi *E-payment* pada *vending machine* yang memiliki kelemahan dan ancaman yang dapat terjadi pada sistem pembayaran yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya ditambah tuntutan pandemi yang memaksa

setiap orang menghindari kontak fisik. Seperti pada *biometric fingerprint* yang mengharuskan pengguna menyentuh perangkat autentikasi sehingga tidak terhindar dari kontak fisik dan juga meninggalkan jejak cetakan laten pada perangkatnya yang memiliki resiko duplikasi atau dipalsukan.

Tinjauan Pustaka

Palm vein technology adalah salah satu dari teknologi autentikasi pola vaskular. Autentikasi pola pembuluh darah (vena) mencakup autentikasi pola vena menggunakan pola vena telapak tangan, punggung tangan, atau jari sebagai identifikasi pribadi. Pola pembuluh darah yang digunakan dalam teknologi autentikasi ini mengacu pada gambar pembuluh darah pada interval tubuh yang dapat dilihat sebagai jaring acak di permukaan tubuh. Langkah pertama dalam teknologi *palm vein* ini adalah pengguna meletakkan tangannya di atas *palm vein scanner*. Pengguna mengarahkan telapak tangan selama beberapa detik di atas pemindai *scanner* tanpa menyentuhnya. Perangkat *scanner palm vein* terdiri dari pemindai urat telapak tangan yang memiliki sumber pencahayaan inframerah di dalam *hardware* yang memberikan penerangan merata pada telapak tangan [9].

Biometrik palm vein saat ini sudah mulai menarik banyak peneliti karena salah satu alasannya merupakan metode autentikasi *contactless*. *Palm vein* diakui memiliki nilai *False Acceptance Rates* (FAR) dan *False Rejection Rates* (FRR) yang lebih rendah dibandingkan dengan *fingerprint* [4]. *Fingerprint* memiliki resiko duplikasi karena pengguna akan meninggalkan jejak cetakan laten pada perangkat autentikasinya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Subba Reddy Borra dkk yang berjudul "A Broad Survey on Fingerprint Recognition Systems" [5]. Disebutkan beberapa tantangan pada *fingerprint*, yaitu perubahan pada *fingerprint* yang diakibatkan beberapa faktor seperti keadaan kulit yang berubah seiring bertambahnya umur ataupun terluka, serta pengaruh suhu pada lingkungan. Faktor lainnya adalah keadaan perangkat sensornya yang memiliki resiko lebih besar mengalami kerusakan karena sentuhan yang dilakukan setiap individu melakukan autentikasi dibandingkan dengan *palm vein* yang tidak memerlukan sentuhan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ali Mohsin Al-juboori dkk [6] mengenai sistem autentikasi biometrik berbasis *palm vein*, disebutkan beberapa kelebihan dari teknologi *palm vein*. Kelebihan tersebut diantaranya adalah pola pembuluh darah telapak tangan manusia sangat kompleks dan menunjukkan jumlah pembuluh yang sangat banyak, informasi biometriknya terletak di dalam tubuh manusia sehingga dapat terlindungi dari pemalsuan dan manipulasi, posisi dari pembuluh darah telapak tangan akan selalu sama dan setiap polanya bersifat unik, tidak hanya itu, warna, pengotoran, luka pada permukaan, kelembapan, suhu, dan penuaan pada kulit tidak memiliki pengaruh besar terhadap proses pengautentikasian pola pembuluh darah telapak tangan (*palm vein*) secara benar. Peneliti Aneerqa Ramzan dkk [1] melakukan penelitian berjudul "*RFID Technology: Beyond Cash-Based Methods in Vending Machine*". Pada penelitian ini memperkenalkan sistem pembayaran elektronik yang aman menggunakan *smart card* sebagai pengganti dari sistem pembayaran tradisional. Sebagai sistem pembayaran elektronik, *smart card* akan menyimpan informasi berupa data pengguna dan jumlah uang yang ada. Kekurangan *smart card* adalah memiliki resiko seperti hilang, rusak, kloning dan karena tidak adanya cara untuk mengautentikasi penggunaannya, dapat digunakan oleh selain pemilikinya.

Peneliti Satrio Hutomo dkk [2] melakukan penelitian berjudul "Implementasi dan Analisis Skema Autentikasi Biometrik Fingerprint Sebagai Faktor E-Payment Berdasarkan Experience Pengguna (Studi Kasus: Vending Drink)". Pada penelitian ini memperkenalkan sistem pembayaran elektronik *fingerprint* pada *vending machine* untuk menyelesaikan

permasalahan sistem pembayaran yang ada saat ini dan *smart card*. Pengujian pada penelitian ini dibandingkan dengan *smart card* yang dimana mengatasi permasalahan yang ada pada penggunaan *smart card* sebagai sistem pembayaran. Kekurangan dari *fingerprint* adalah memiliki resiko duplikasi karena pengguna akan meninggalkan jejak cetakan laten pada perangkat autentikasinya. Penelitian mengenai *Palm Vein Authentication* dilakukan oleh Raj Gusain dkk [7] yang berjudul "*Enhancing bank security system using Face Recognition, Iris Scanner and Palm Vein Technology*". Penelitian ini mendesain sebuah sistem keamanan loker bank yang menggunakan *face recognition*, *iris scanner* dan *palm vein* untuk mengamankan barang-barang berharga dan dilakukan analisis mengenai algoritma penipisan yang diajukan. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah dari semua algoritma yang diusulkan untuk *thinning* pola pembuluh darah, *output* yang didapatkan dari *palm vein recognition* merupakan yang terbaik dibandingkan dengan teknik *thinning* lainnya.

Pada jurnal ini, Algoritma CNN digunakan pada penelitian ini untuk mengautentikasi pola *palm vein*. CNN adalah algoritma *deep learning* yang dapat mengambil gambar input, mengidentifikasi pentingnya (bobot dan bias) dari berbagai aspek/objek dalam gambar, dan mampu membedakan antara satu dengan yang lainnya [8]. Peneliti S. Chantaf dkk [14] melakukan penelitian yang berjudul "*Palm Vein Biometric Authentication Using Convolutional Neural Networks*". Dalam penelitian ini, para peneliti membahas metodologi berbasis *deep learning* pada pengenalan pembuluh darah telapak tangan (*palm vein*) dan sebuah studi relatif terhadap dua model *deep neural*, *SmallVggNet* (implementasi dari VGGNet) dan *Google Inception V3* (implementasi dari *GoogLeNet*) yang telah dilatih sebelumnya pada *ImageNet*. Peneliti merancang cara biometrik autentik yang didasarkan pada gambar pembuluh darah telapak tangan. Peneliti menggunakan dua model CNN yaitu *SmallerVggNet* dan yang kedua adalah *Inception V3* dari *Google*. Dalam penelitian ini, peneliti membagi gambar menjadi 3 kasus (50-50, 75-25, dan 80-20). *SmallerVggNet* memberikan akurasi 93,2% dibandingkan akurasi 91,4% untuk *Google Inception V3* dan kedua model tersebut mencapai loss yang lebih rendah dari 0,5. Kesimpulan yang dicapai peneliti adalah kedua model ini cocok untuk penggunaan realistik dalam biometrik dengan tingkat kesalahan yang rendah.

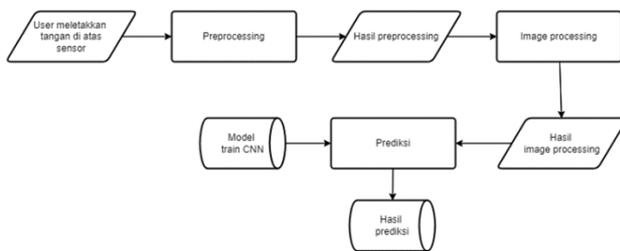
Metodologi Penelitian

Pada bagian ini dijelaskan perbedaan antara mekanisme *E-payment* yang ada pada penelitian sebelumnya pada *vending machine* dan juga mekanisme yang dilakukan menggunakan biometrik *palm vein*. Pada tabel 1 ditunjukkan perbedaan antara mekanisme yang ada pada penelitian sebelumnya dengan mekanisme yang dilakukan oleh penulis. Mekanisme yang sudah ada pada penelitian sebelumnya yang menggunakan *smart card* ataupun *biometric fingerprint* masih memiliki kekurangan dalam tingkat keamanan. Kelebihan dari mekanisme yang dilakukan oleh penulis adalah dengan digantinya pembayaran secara *smart card* ataupun *biometric fingerprint* dapat meminimalisir penyalahgunaan kartu milik *user* yang hilang dan juga kegagalan dalam pembelian saat *user* mengalami kondisi yang membuat kondisi sidik jarinya tidak dapat terbaca karena faktor seperti terluka atau kondisi suhu yang mengubah bentuk sidik jari.

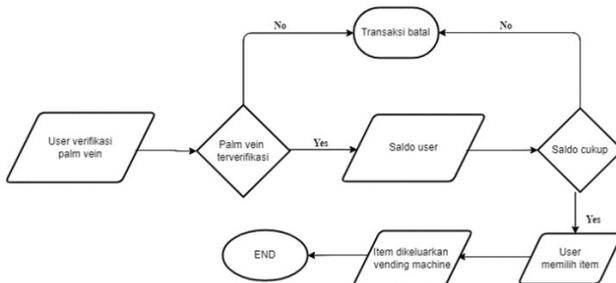
Metode yang dilakukan adalah *palm vein biometric* yang dimana pembuluh darah telapak tangan seseorang hanya dapat dimiliki oleh orang tersebut dan sulit dimanipulasi karena letaknya yang berada di dalam tubuh manusia. Ditambah tidak perlunya menyentuh perangkat autentikasi sehingga tidak adanya kemungkinan untuk duplikasi. Pada skema sistem terbagi menjadi dua bagian yaitu skema *Palm Vein Scanner* dan skema *Vending Machine*. Berikut merupakan skema untuk *Palm Vein Scanner* dan *Vending Machine* yang akan ditunjukkan pada gambar 1 dan 2.

Table 1. Perancangan Sistem

Pembeda	Mekanisme yang sudah ada	Mekanisme yang sudah ada	Mekanisme yang dilakukan
Media pembayaran	<i>Smart Card</i>	<i>Biometric Fingerprint</i>	<i>Biometric Palm Vein</i>
Cara memperoleh	Melalui pembelian	Melalui pendaftaran	Melalui pendaftaran
Penggunaan	Digunakan oleh pemilik kartu dan siapapun yang menggenggam kartunya	Digunakan oleh pemilik sidik jari	Digunakan oleh pemilik pembuluh darah telapak tangan (<i>palm vein</i>)
Receiver	<i>Smart card reader</i> atau <i>NFC reader</i>	<i>Fingerprint scanner</i>	<i>Palmvein scanner</i>
Tingkat keamanan	Rentan hilang dan digunakan oleh pengguna lain yang bukan pemiliknya	Sidik jari dapat diduplikasi berdasarkan jejak cetakan laten yang ditinggalkan pada perangkat autentikasinya	Tidak ada jejak cetakan laten yang tertinggal karena tidak menyentuh perangkat autentikasinya

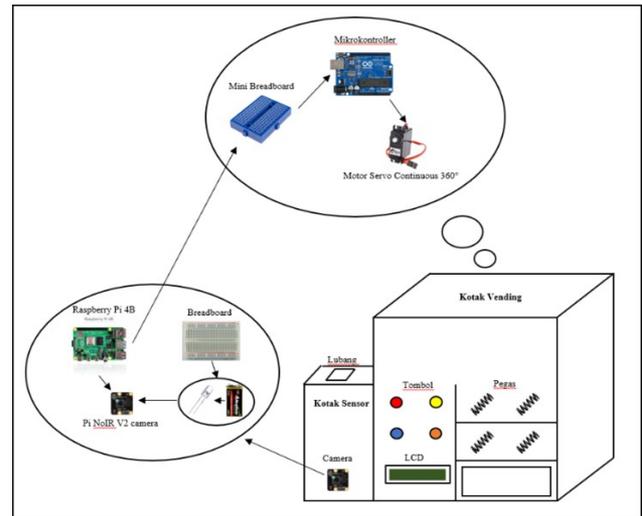


Gambar 1. Skema Alur Palm Vein Scanner.



Gambar 2. Skema Alur Vending Machine

Pada kotak sensor terdapat Pi NoIR V2 Camera untuk menangkap gambar telapak tangan, Raspberry Pi 4B untuk mengolah gambar dan mengenali pemiliknya, breadboard yang digunakan untuk meletakkan 3 buah lampu LED kecil, baterai 9V untuk memberikan daya kepada lampu. Pada kotak vending machine terdapat LCD untuk menampilkan saldo pengguna, empat buah tombol untuk memilih, breadboard mini yang digunakan untuk menghubungkan Raspberry Pi ke LCD dan mikrokontroler. Terdapat juga mikrokontroler yang menghubungkan ke motor servo untuk menggerakkan pegas yang berada di tempat yang dipilih oleh pengguna untuk mendorong makanan jatuh ke kotak pengambilan makanan. Dari perangkat yang dirancang pada gambar [2], berikut adalah daftar dan kegunaan dari setiap komponen perangkat yang akan ditunjukkan pada tabel 2 dan 3.



Gambar 3. Arsitektur Hardware

A. Dataset

Pada penelitian ini, dataset yang digunakan adalah berupa foto mentah telapak tangan yang diambil sendiri dengan sistem scanner yang telah dibangun. Di dalam dataset ini terdapat dua kelas untuk mengautentikasi palm vein yaitu kelas R dengan 100 foto dan kelas M juga dengan 100 foto. Foto diambil dengan tingkat pencahayaan dan sudut yang berbeda.

B. Preprocessing

Pada tahap ini, dilakukan proses cropping berdasarkan titik koordinat (region of interest) yang telah diberikan pada saat mengambil dataset. Selanjutnya dilakukan tahapan resizing terhadap foto yang telah di crop, hal ini dilakukan agar foto memiliki ukuran yang seragam.

Table 2. Daftar Spesifikasi Perangkat *Scanner Palm Vein*

No	Perangkat	Keterangan
1	Raspberry Pi 4B	Komputer mini yang menjalankan sistem pengenalan <i>palm vein</i>
2	Breadboard (generic)	Papan rangkaian untuk percobaan rangkaian elektronika pada perangkat
3	Resistor 100 ohm	Menurunkan tegangan yang berjalan
4	3x Infrared LED	Memberikan cahaya saat perangkat mengambil gambar
5	Baterai 9V	Memberikan daya pada rangkaian
6	Kabel jumper	Kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya untuk menghubungkan komponen
7	Raspberry Pi Camera Module NoIR V2	Kamera modul untuk menangkap gambar <i>palm vein</i>
8	Kotak Sepatu	Tempat diletakkannya perangkat pengenalan <i>palm vein</i>
9	Visual Studio Code	Perangkat lunak untuk menulis dan menjalankan algoritma pada Microsoft Windows
10	Thonny Python IDE	Perangkat lunak untuk menulis dan menjalankan algoritma python pada RaspberryPi

C. Image Processing

Pada tahap ini, dilakukan proses *image processing* menggunakan *opencv* dengan dikurangnya noise, dinaikannya kontras untuk membuat pembuluh darah semakin mencolok, lalu dilakukan erosi untuk menipiskan lapisan luar dari gambar, selanjutnya dilakukan *skeletonize* untuk mengurangi nilai *pixel* pada objek menggunakan *repeated erosion*, tahapan terakhir adalah memberikan *threshold* pada gambar sehingga setiap *pixel* yang bernilai 5 atau lebih menjadi 255 (putih).

D. Autentikasi

Setelah melakukan *image processing* untuk setiap foto, dilakukan proses autentikasi dengan metode dari *Convolutional Neural Network* (CNN) yaitu *VGGNet* karena dinilai cocok untuk penggunaan realistik dalam biometrik [9]. Model dilatih dengan nilai *epoch* = 30 dan dataset dipisah dengan 20% dari dataset menjadi data untuk validasi. Sebagai metrik evaluasi, digunakan metode *Confusion Matrix* untuk mendapatkan nilai FAR dan FRR [10], akurasi, *precision*, dan *recall* [11] yang didapatkan dari menguji model train dengan 50 data *test* baru.

$$FAR = \frac{\text{False Positive}}{\text{False Positive} + \text{True Negative}} \quad (1)$$

$$FRR = \frac{\text{False Negative}}{\text{False Negative} + \text{True Positive}} \quad (2)$$

$$Precision = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}} \quad (3)$$

Table 3. Daftar Spesifikasi Perangkat *Vending Machine*

No	Perangkat	Keterangan
1	Arduino	Mini kontroller untuk mengatur gerakan <i>vending machine</i>
2	SYB-170 Breadboard kecil	Papan rangkaian untuk menghubungkan <i>Raspberry Pi</i> dan <i>Arduino</i>
3	4x Pegas	Pegas tempat item diletakkan
4	4x Motor <i>Servo Continuous</i> 360 derajat	Motor untuk mengatur pegas untuk mengeluarkan item
5	4x <i>Button</i>	Tombol untuk user memilih item
6	2x <i>Micro Limit Switch</i>	Membuka atau menutup kontak di pada sirkuit
7	LCD	Memberi informasi kepada user saat transaksi berlangsung
8	Arduino IDE 1.8.19	Perangkat lunak untuk menulis dan meng- <i>import</i> algoritma dari <i>Microsoft Windows</i> ke <i>Arduino</i>

$$Recall = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}} \quad (4)$$

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (5)$$

E. Prediksi

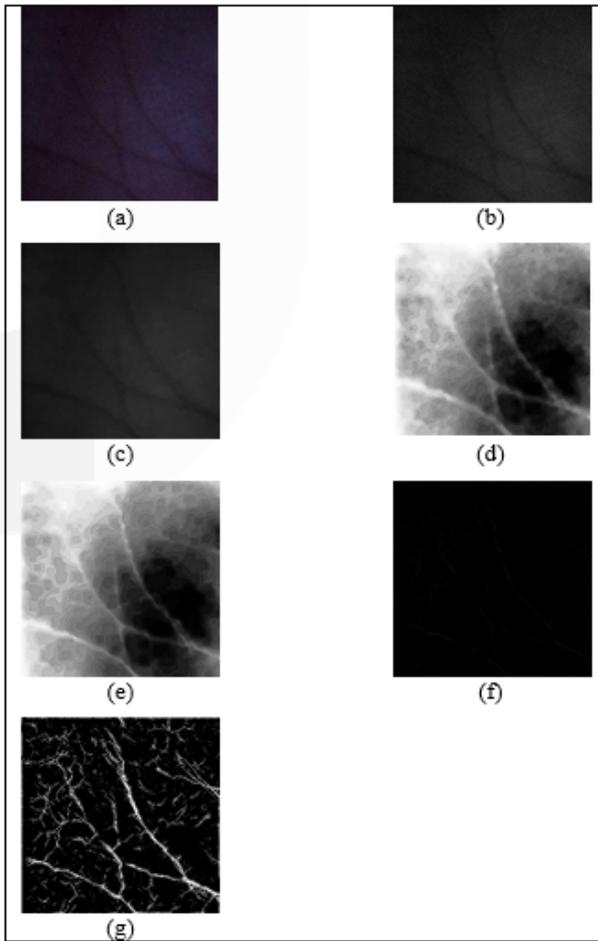
Setelah melakukan training dan mendapat hasil model untuk autentikasi, selanjutnya dilakukan tahap prediksi. Pada tahap ini dilakukan *thresholding*, yang dimana jika nilai prediksi untuk salah satu kelas mencapai persentase *threshold* yang ditentukan atau lebih, maka program akan menyatakan bahwa *palm vein* tersebut milik salah satu kelas dan akan masuk ke *vending machine*.

Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, ada 2 skenario yang dilakukan. Skenario yang dilakukan adalah implementasi dan autentikasi pembuluh darah atau *palm vein* menggunakan metode CNN dan implementasi biometrik *palm vein* pada *vending machine*.

A. Praproses

Pada tahap ini, dilakukan *cropping* atau memfokuskan *region of interest* pada telapak tangan sesuai dengan koordinat objek yang sudah ditentukan. Setelah dilakukan *cropping*, dilakukan *resizing* terhadap objek dengan ukuran 600 x 600 piksel. Tahapan ini dilakukan agar objek memiliki ukuran yang seragam dan mempercepat sistem komputasi karena proses ekstraksi akan lebih cepat pada citra dengan ukuran yang lebih kecil.



Gambar 4. Gambar mentah *palm vein* (a), gambar dikonversi menjadi berwarna abu-abu dan dikurangi *noise* (b), gambar setelah dinaikkan kontras dengan *histogram equalization* (c), gambar setelah diinvert (d), gambar setelah dilakukan erosi (e), gambar setelah *diskeletonize* dengan *repeated erosion* (f), gambar final setelah *dithreshold* (g).

B. Image Processing

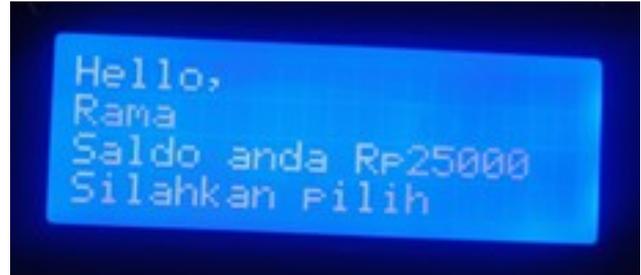
Pada tahap ini, dilakukan *image processing* pada gambar mentah *palm vein* menggunakan *opencv*, hasil proses yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 4 yang mana gambar (a) merupakan gambar mentah *palm vein* yang belum diolah. Gambar dikonversikan menjadi berwarna abu-abu dan dikurangi *noise* (b), setelah itu dinaikkannya kontras untuk membuat *palm vein* semakin mencolok (c). Gambar kemudian diinvert untuk membuat pola pembuluh darah terlihat lebih jelas (d), lalu dilakukan erosi untuk menipiskan lapisan luar dari gambar (e). Setelah itu, dilakukan *skeletonize* untuk mengurangi nilai pixel pada objek menggunakan metode bernama *repeated erosion* (f). Tahapan terakhir adalah memberikan *threshold* pada gambar sehingga setiap pixel yang bernilai 5 atau lebih menjadi 255 yang merupakan nomor *pixel* untuk warna putih (g).

C. Autentikasi

Dari proses menggunakan algoritma CNN yang dilakukan, didapatkan *confusion matrix* dengan menguji model train terhadap 50 data test, pengujian dilakukan dengan 5 nilai *threshold* kemiripan data yang berbeda yaitu 50%, 60%, 70%, 80% dan 90%. Dari semua *threshold* tersebut didapatkan nilai yang tidak berubah yaitu *True Positive* = 24,

Table 4. *Confusion Matrix*

	Actually Positive (R)	Actually Negative (M)
Predicted Positive (R)	24	10
Predicted Negative (M)	1	15



Gambar 5. *Vending Machine* Menerima Verifikasi Data User dari *Scanner Palm Vein*.



Gambar 6. Transaksi Berhasil Dilakukan dan User Diberi Informasi Mengenai Sisa Saldo

True Negative = 15, *False Positive* = 10, dan *False Negative* = 1 seperti yang ditunjukkan pada tabel: 4

D. Hasil Prediksi

Saat autentikasi berhasil, maka *vending machine* 5 akan memberitahu user melewati LCD nama user tersebut (kelas) dan saldo yang dimiliki oleh user saat ini.

Pada pengujian ini, *Confusion Matrix* didapat dari hasil train CNN dengan epoch = 30. Dari *confusion matrix*, didapat nilai FAR 40%, FRR 4%, precision 71%, recall 96%, akurasi 78%. Pada hasil pengujian ini nilai akurasi yang didapatkan amat kecil, kurang bervariasinya dataset yang digunakan untuk train, dan juga perbedaan tingkat pencahayaan pada dataset dinilai menjadi faktor yang memengaruhi hal ini. Dengan dataset yang lebih beragam dan tingkat pencahayaan yang konsisten maka akan memungkinkan mendapatkan hasil akurasi yang lebih baik.

Pada pengujian implementasi *vending machine*, saat *palm vein* berhasil dikenali, akan ditampilkan jumlah saldo dan setelah user melakukan transaksi dengan item yang berharga Rp5000, maka saldo user dikurangi sejumlah harga item tersebut dan *vending machine* akan memberitahu info tersebut kepada user melalui LCD seperti pada gambar 6 dan jika saldo tidak mencukupi untuk membeli apapun maka transaksi akan langsung dibatalkan seperti pada gambar 7.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kinerja dari sistem yang dibangun mendapatkan hasil pengujian akurasi 78%. Hasil ini didapat dari metode CNN dengan epoch = 30. Saran untuk penelitian



Gambar 7. Transaksi Dibatalkan Karena User Tidak Memiliki Saldo Yang Cukup

selanjutnya, untuk autentikasi *palm vein* lakukan tahapan pengambilan dataset dengan data yang lebih beragam bentuknya agar model train lebih dapat terlatih dengan berbagai jenis cetakan *palm vein*.

Gunakan juga tingkat pencahayaan yang konsisten untuk setiap foto, hal ini dapat meningkatkan kemungkinan prediksi kategori yang lebih tepat, hal ini akan berdampak pada hasil akurasi yang akan lebih baik lagi. Dengan dataset yang lebih beragam, maka nilai epoch juga disarankan lebih besar supaya model train lebih terlatih. Dari sisi *e-payment*, sistem pembayaran menggunakan *palm vein* ini dapat diterapkan pada *e-payment* lain yang lebih umum penggunaannya, seperti *e-toll* dan *e-payment* lainnya.

Daftar Pustaka

- Ramzan A, Rehman S, Perwaiz A. RFID technology: Beyond cash-based methods in vending machine. In: 2017 2nd International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE). IEEE; 2017. Available from: <https://doi.org/10.1109/2Ficcre.2017.7935068>.
- mlblevins. Be Aware of These Disadvantages of Electronic Payment Systems — wealthhow.com; [Accessed 02-08-2023]. <https://wealthhow.com/disadvantages-of-electronic-payment-systems>.
- Cocheo S. More Consumers Prefer Contactless Payments for Pandemic Purchases — thefinancialbrand.com; [Accessed 02-08-2023]. <https://thefinancialbrand.com/101415/payment-contactless-card-mobile-wallet-digital-coronavirus-covid-19-pandemic-trend/>.
- Clark M. Compare Fingerprint Recognition and Palm Vein Technology — [bayometric.com](https://www.bayometric.com); [Accessed 02-08-2023]. <https://www.bayometric.com/compare-fingerprint-recognition-and-palm-vein-technology/>.
- Borra SR, Reddy GJ, Reddy ES. A broad survey on fingerprint recognition systems. In: 2016 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET). IEEE; 2016. Available from: <https://doi.org/10.1109/2Fwispnet.2016.7566372>.
- Al-Juboori AM, Wu X, Zhao Q. Biometric Authentication System Based on Palm Vein. In: 2013 International Conference on Computer Sciences and Applications. IEEE; 2013. Available from: <https://doi.org/10.1109/2Fcasa.2013.19>.
- Gusain R, Jain H, Pratap S. Enhancing bank security system using Face Recognition, Iris Scanner and Palm Vein Technology. In: 2018 3rd International Conference On Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU). IEEE; 2018. Available from: <https://doi.org/10.1109/2Fiot-siu.2018.8519850>.
- Eingar AA, Arafa M, Fathy A, Moustafa B, Mahmoud O, Shaban M, et al. Image classification based on CNN: a survey. *Journal of Cybersecurity and Information Management*. 2021;6(1):18-50.
- Chantaf S, Hilal A, Elsaleh R. Palm Vein Biometric Authentication Using Convolutional Neural Networks. In: *Smart Innovation, Systems and Technologies*. Springer International Publishing; 2019. p. 352-63. Available from: https://doi.org/10.1007/2F978-3-030-21005-2_34.
- Post — Dicorm — dicorm.com.my; [Accessed 02-08-2023]. <https://www.dicorm.com.my/post/demystifying-far-and-frr>.
- Banerjee R. Understanding Accuracy, Recall, Precision, F1 Scores, and Confusion Matrices — towardsdatascience.com; [Accessed 02-08-2023]. <https://towardsdatascience.com/understanding-accuracy-recall-precision-f1-scores-and-confusion-matrices-561e0f5e328c>.
- Yasirandi R, Setyoko YA, Sukarno P. Security Document for Smart Parking Gate based on Common Criteria Framework. In: 2019 7th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). IEEE; 2019. Available from: <https://doi.org/10.1109/2Ficoict.2019.8835234>.
- Athale SS, Patil D, Deshpande P, Dandawate YH. Hardware Implementation of Palm Vein Biometric Modality for Access Control in Multilayered Security System. *Procedia Computer Science*. 2015;58:492-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/2Fj.procs.2015.08.013>.