

Analisis Penggunaan Sumber Daya Pada Jetson Nano Untuk Sistem Pengenalan Wajah

Dion Dwi Wijaya¹, Hugeng², Hadian Satria Utama³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara

Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta Barat 11440, Jakarta

¹dion.525210006@stu.untar.ac.id

²hugeng@ft.untar.co.id

³hadianu@ft.untar.ac.id

Abstract— *Jetson Nano, a Single-Board Computer or SBC developed by NVIDIA, is used to implement a face recognition system that requires large computing resources. This research aims to analyze the resource usage on the Jetson Nano during the running of the face recognition system, including CPU usage, GPU, memory, and power consumption. Monitoring data was obtained using Jtop software to record real-time resource usage and a wattmeter for electrical power consumption. The results showed that the Jetson Nano CPU performed consistently with an average utilization of 77.14%, reflecting an even distribution of workload. The GPU showed an average utilization of 44.05% with higher fluctuations, indicating variations in graphics workload intensity. Memory was used close to the maximum capacity of 4 GB, with an average utilization of 3.75 GB, indicating efficient memory management. Average power consumption was recorded at 8.56 Wh, confirming the energy efficiency of this device. This study concludes that the Jetson Nano is capable of running the facial recognition system stably and efficiently, although there is room for further optimization on GPU load distribution and memory management. With its high power efficiency, the Jetson Nano is an ideal solution for artificial intelligence-based applications with low power requirements.*

Intisari—Jetson Nano, sebuah *Single-Board Computer* atau SBC yang dikembangkan oleh NVIDIA, digunakan untuk mengimplementasikan sistem pengenalan wajah yang membutuhkan sumber daya komputasi besar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan sumber daya pada Jetson Nano selama menjalankan sistem pengenalan wajah, termasuk penggunaan CPU, GPU, memori, dan konsumsi daya. Data pemantauan diperoleh menggunakan perangkat lunak Jtop untuk mencatat pemakaian sumber daya secara real-time dan wattmeter untuk konsumsi daya listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CPU Jetson Nano bekerja secara konsisten dengan rata-rata penggunaan sebesar 77,14%, mencerminkan distribusi beban kerja yang merata. GPU menunjukkan penggunaan rata-rata sebesar 44,05% dengan fluktuasi yang lebih tinggi, mengindikasikan variasi intensitas beban kerja grafis. Memori digunakan mendekati kapasitas maksimum 4 GB, dengan rata-rata pemanfaatan sebesar 3,75 GB, menunjukkan manajemen memori yang efisien. Konsumsi daya rata-rata tercatat sebesar 8,56 Wh, menegaskan efisiensi energi perangkat ini. Studi ini menyimpulkan bahwa Jetson Nano mampu menjalankan sistem pengenalan wajah dengan stabil dan efisien, meskipun terdapat ruang untuk optimasi lebih lanjut pada distribusi beban GPU dan pengelolaan memori. Dengan efisiensi daya yang tinggi, Jetson Nano merupakan solusi ideal untuk aplikasi berbasis kecerdasan buatan dengan kebutuhan daya rendah.

Kata Kunci— Jetson Nano, pengenalan wajah, analisis sumber daya

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mengalami transformasi secara meluas. Salah satu contoh hasil perkembangan ini adalah *Artificial Intelligence* (AI). Teknologi AI telah mengubah berbagai aspek dalam kehidupan manusia. Salah satu implementasi dalam teknologi AI merupakan sistem pengenalan wajah. Sistem pengenalan wajah merupakan salah satu teknologi AI yang mampu mengidentifikasi wajah individu dengan akurat [1].

Sistem pengenalan wajah membutuhkan sumber daya komputasi yang besar untuk pemrosesannya. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas algoritma yang digunakan [2]. Penggunaan komputasi yang besar ini disebabkan oleh banyaknya tahapan serta jumlah operasi yang dilakukan. Dalam pengimplementasian sistem pengenalan wajah, dibutuhkan perangkat yang dapat memenuhi kebutuhan untuk sumber daya komputasinya. Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan sistem pengenalan wajah merupakan Jetson Nano.

Jetson Nano merupakan sebuah *Single-Board Computer* (SBC) dengan kemampuan sumber daya yang besar dandikembangkan oleh perusahaan NVIDIA. Jetson Nano muncul sebagai salah satu *platform* untuk perkembangan dan implementasi AI [3]. Perangkat ini memiliki kemampuan komputasi yang besar serta konsumsi daya yang rendah. Hal ini membuat Jetson Nano menjadi salah satu perangkat yang mampu mengimplementasikan sistem pengenalan wajah.

Penggunaan Jetson Nano sebagai perangkat implementasi sistem pengenalan wajah sudah digunakan untuk berbagai bidang. Pada penelitian [4] diimplementasikan sebuah sistem pengenalan wajah secara *real-time* yang dapat mengenali wajah baik tertutup dengan masker ataupun tidak. Selain itu, terdapat penelitian [5] yang membahas tentang implementasi Jetson Nano sebagai sistem absensi pintar tanpa sentuh. Lalu, terdapat penelitian [6] yang menggunakan Jetson Nano untuk mengenali wajah disertai dengan pendeteksian emosi yang muncul pada wajah.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan, analisis penggunaan daya pada Jetson Nano ketika menggunakan sistem pengenalan wajah sangat dibutuhkan. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa berbagai sumber daya yang digunakan oleh Jetson Nano pada sistem pengenalan wajah. Analisis yang dilakukan meliputi beberapa parameter seperti penggunaan *Core Processor Unit* (CPU), *Graphic Processor Unit* (GPU), memori, dan

konsumsi daya.

II. LANDASAN TEORI

A. Jetson Nano

Perangkat Jetson Nano memiliki berbagai versi dan tipe. Perangkat Jetson Nano tidak berbeda dengan perangkat elektronik lainnya yang terus diinovasikan dan diperbaharui. Pada perancangan ini, digunakan versi Jetson Nano Developer Kit. Jetson Nano Developer Kit salah satu tipe komputer kecil yang dirancang oleh perusahaan software yaitu NVIDIA. NVIDIA merupakan suatu perusahaan yang bergerak pada bidang Teknologi Informasi (IT) yang juga merancang berbagai perangkat seperti GPU, dan perangkat Jetson Nano.

Perangkat ini dapat digunakan untuk pengembangan AI. Jetson Nano memiliki ukuran yang kecil dengan dimensi 100 mm × 80 mm × 29 mm. Dalam dimensi yang kecil ini, Jetson Nano diperlengkapi dengan GPU dengan arsitektur NVIDIA Maxwell™ yang kuat dengan 128 core dan frekuensi maksimum 921 MHz. GPU yang disediakan juga dilengkapi dengan prosesor quad-core ARM® Cortex®-A57 MPCore yang mampu mencapai kecepatan clock maksimum 1,43 GHz. Perangkat juga dilengkapi dengan memori LPDDR4 64-bit sebesar 4 Giga Byte (GB) dengan bandwidth 25,6 GB/s dan penyimpanan internal dengan modul eMMC 5.1 sebesar 16 GB.

Untuk pemrosesan video, Jetson Nano memberikan kemampuan untuk mengkodekan video dengan resolusi hingga 4K pada 30 frame per detik menggunakan codec H.265. Selain itu, didukung juga untuk pengkodean dua aliran 1080p secara bersamaan pada 60 frame per detik dengan codec yang sama. Kemampuan decode diperlengkapi dengan kemampuan yang lebih kuat, yang memungkinkan pemrosesan satu aliran 4K pada 60 frame per detik yang menggunakan codec H.256 atau hingga empat aliran 1080p pada 60 frame per detik. Komputer ringkas ini menyediakan pilihan konektivitas yang luas untuk mengintegrasikan berbagai perangkat lain. Mendukung hingga 4 kamera melalui 12 jalur MIPI CSI-2 D-PHY 1.1 didukung sampai dengan 18 Giga bit per detik (Gbps). Selain itu, diperlengkapi juga dengan saluran PCIe Gen 2, 1 × 4.

Dalam penggunaan untuk konektivitas USB, Jetson Nano disediakan dengan port USB 3.0 dengan kecepatan transfer 5 Gbps bersama dengan 3 port lainnya menggunakan USB 2.0. Kemampuan jaringan disediakan dengan port Gigabit Ethernet (GbE). Untuk tampilan, Jetson Nano diperlengkapi dengan 2 port multi-mode DisplayPort (DP) 1.2/Embedded DisplayPort (eDP) 1.4 dan 1 port HDMI 2.0. Tampilan juga mencakup satu antarmuka DSI jalur ganda dengan kecepatan data 1,5 Gbps per jalur untuk menghubungkan layer. Perangkat Jetson Nano juga diperlengkapi dengan beragam opsi input/output (I/O). Terdapat 3 port UART, 2 antarmuka SPI, 2 antarmuka I2S, 4 antarmuka I2C., dan GPIO. Perangkat Jetson Nano dapat menggunakan daya listrik yang kecil. Konsumsi daya dari perangkat Jetson Nano berkisar diantara 5W hingga 10 W [7].

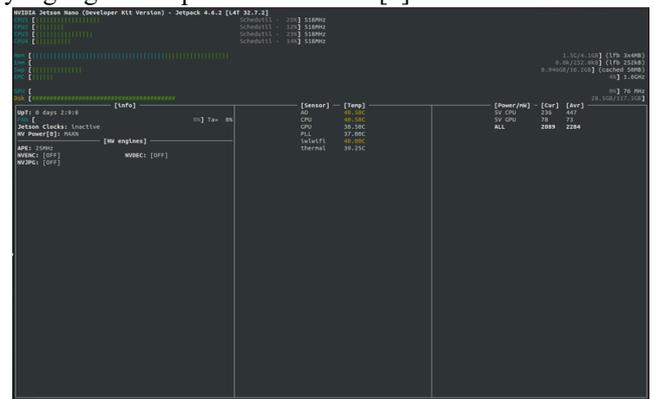


Gambar 1 Jetson Nano Developer Kit

Dalam perangkat Jetson Nano, beberapa keunggulan yang diberikan oleh NVIDIA sebagai pengembang perangkat. Dengan menggunakan GPU yang dibuat oleh NVIDIA, terdapat platform untuk komputasi paralel yang dapat dimanfaatkan yaitu Compute Unified Device Architecture (CUDA). CUDA digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan GPU untuk suatu komputasi, terutama untuk komputasi grafis dan perhitungan lainnya. Dengan menggunakan CUDA ini, Jetson Nano yang memiliki GPU dengan 128 core, dapat melakukan komputasi secara paralel dan bersamaan [8].

B. Jtop

Jtop merupakan suatu Graphical User Interface (GUI) yang menunjukkan penggunaan sumber daya yang digunakan. Perangkat lunak ini disediakan dan dirancang secara khusus untuk perangkat Jetson nano. Selain dari pada GUI, perangkat lunak ini bekerja untuk memantau sumber daya yang digunakan. Kemudian menggunakan GUI menunjukkan data yang digunakan secara real-time. Sehingga pengguna perangkat Jetson Nano dapat melihat sumber daya yang digunakan pada saat tersebut [9].



Gambar 2 Tampilan GUI Jtop

C. Dlib

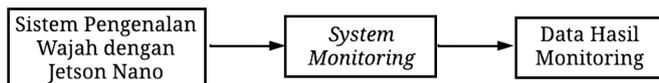
Dlib pada awalnya adalah sebuah toolkit C++ fleksible yang dirancang untuk mempermudah pengembangan berbagai aplikasi, terutama yang membutuhkan untuk memproses data dan Machine Learning. Akan tetapi, sekarang Dlib sudah diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman Python menjadi suatu pustaka. Pustaka ini menawarkan berbagai algoritma dan perlengkapan yang dapat langsung digunakan. Dengan itu, Dlib mampu untuk

merancang program kompleks seperti Machine Learning (ML) untuk menyelesaikan permasalahan di dunia secara nyata [10].

III. METODE PENELITIAN

A. Blok Diagram

Analisis dilakukan pada perangkat Jetson Nano yang menjalankan sistem pengenalan wajah. Jetson Nano yang menjalankan sistem pengenalan wajah ini dimonitor menggunakan system monitoring. System monitoring memonitor penggunaan sumber daya yang digunakan oleh Jetson Nano. Data monitoring yang telah didapatkan, dicatat dan menghasilkan data akhir dari monitoring. Diagram blok untuk analisis penggunaan sumber daya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 3 Diagram Blok Analisis Penggunaan Sumber Daya dalam Jetson Nano

B. Sistem Pengenalan Wajah Dengan Jetson Nano

Pada analisis penggunaan sumber daya, digunakan sistem pengenalan wajah. Sistem pengenalan wajah ini dimonitor pada setiap penggunaan sumber dayanya. Pada sistem ini, digunakan Jetson Nano sebagai perangkat untuk menjalankan pengenalan wajah dan juga perangkat yang dimonitor. Selain dari Jetson Nano, pada sistem pengenalan wajah ini digunakan aplikasi pengenalan wajah yang dijalankan untuk menggunakan sumber daya dari perangkat Jetson Nano.

1) Jetson Nano

Pada analisis ini, digunakan Jetson Nano sebagai perangkat untuk memproses pengenalan wajah. Sistem untuk mengenal wajah akan diimplementasikan ke dalam perangkat Jetson Nano. Jetson Nano juga akan menjadi fokus utama dalam analisis sumber daya. Sumber daya yang dimiliki Jetson Nano diamati selama menjalankan sistem pengenalan wajah menjadi hasil.

2) Sistem Pengenalan Wajah

Sistem pengenalan wajah merupakan suatu program yang dapat mengenal wajah manusia. Terdapat beberapa cara untuk membuat sistem untuk suatu pengenalan wajah. Pada penelitian ini, digunakan bahasa pemrograman Python untuk program pengenalan wajah. Python merupakan bahasa pemrograman dan dipakai sebagai pengeksekusi dari model-model pengenalan wajah yang digunakan. Bahasa pemrograman digunakan Python karena terdapat library atau sebuah perpustakaan yang dapat digunakan untuk mempermudah dan mempercepat penulisan program dan model-model yang dapat dijalankan didalamnya. Model pengenalan wajah yang digunakan merupakan model yang dapat digunakan secara terbuka dan terdapat pada dokumentasi-dokumentasi. Pada sistem pengenalan wajah ini, digunakan model dari Dlib yang dapat mendeteksi wajah manusia dan mengenal wajah manusia.

Sebagai pendeteksian wajah manusia, digunakan model human face detector yang dapat mendeteksi wajah secara cepat dan akurat. Model ini dilatih menggunakan dataset gambar wajah yang dapat digunakan secara publik. Gambar-gambar ini berasal dari ImageNet, AFLW, Pascal VOC, VGG dataset, WIDER, dan face scrub. Dengan cara menandai wajah-wajah yang terdapat pada dataset menggunakan dlib imglab, model dilatih sehingga model dapat mendeteksi wajah [10].

Untuk mengenali wajah manusia, digunakan model face recognition ResNet model dari dlib. Model menggunakan network ResNet dengan menggunakan 29 lapisan konvolusi. ResNet yang digunakan merupakan basis dari ResNet-34 akan tetapi mengalami perubahan dan pemangkasan terhadap lapisan konvolusi menjadi 29 lapisan. Pelatihan model dilakukan dengan dataset yang besar. Dengan menggunakan data wajah dari face scrub, VGG dataset [11]. Pada sistem digunakan 10 gambar untuk 1 subyek yang digunakan untuk mengenalkan wajah manusia pada model. Gambar-gambar ini merupakan gambar yang diaugmentasi dan dimasukkan ke dalam model

C. System Monitoring

Monitoring atau pemantauan suatu sistem dilakukan dengan menggunakan suatu perangkat lunak yang terdapat di dalam sistem tersebut. Pada penggunaan perangkat lunak, sistem dipantau untuk melihat sumber daya yang terpakai. Sumber daya yang terpantau berbentuk data berupa persentase penggunaan atau perbandingan maksimum kemampuan sumber daya dengan sumber daya yang digunakan. Sumber data yang dipantau kemudian tercatat dan menghasilkan data hasil dari pemantauan.

Sumber daya yang dipantau menggunakan Jtop merupakan penggunaan seperti CPU, GPU, memori, dan storage dari perangkat. Perangkat lunak ini tidak dapat memantau penggunaan daya listrik yang dipakai oleh sistem. Pemantauan konsumsi daya listrik dilakukan dengan menggunakan wattmeter. Wattmeter merupakan suatu perangkat keras yang dapat mengukur daya wattmeter, digunakan diluar sistem untuk memantau daya listrik yang digunakan perangkat dalam satuan watt-hour (Wh).

Pemantauan sumber daya dilakukan dengan jangka waktu 2 hari. Pada setiap harinya, sistem dijalankan selama 7 jam dengan jumlah 14 jam untuk pemantauan. Sistem digunakan untuk mengenali keberadaan karyawan yang berada di ruangan kantor selama jam kerja. Pemantauan dilakukan pada sumber daya CPU, GPU, memori dan konsumsi daya listrik. Pemantauan konsumsi daya dicatat setiap 1 jam. Metrik yang digunakan pada pemantauan CPU dan GPU berupa persentase, sedangkan pada memori digunakan GB dan pada konsumsi daya dengan Wh.

D. Data Hasil Monitoring

Data hasil *monitoring* didapatkan setelah pemantauan dari sumber daya yang digunakan. Data yang tercatat pada saat pemantauan divisualisasikan menjadi bagan yang lebih mudah dipahami. Hasil data yang didapatkan dianalisis dengan cara dihitung rata-rata, nilai tertinggi dan terendah dari setiap aspek. Selain statistik dasar, analisis data sesuai waktu untuk menganalisis penggunaan sumber daya yang berubah seiring waktu. Analisis juga dilanjutkan untuk mencari korelasi hubungan antara metrik sumber daya yang

berbeda untuk memahami faktor-faktor yang saling mempengaruhi.

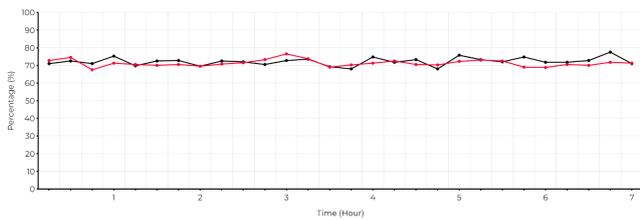
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil pemantauan terhadap sistem pengenalan wajah yang dilakukan selama 2 hari dengan jangka waktu 7 jam setiap harinya dicatat menjadi data-data yang dapat dipahami. Pemantauan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak berupa Jtop dan wattmeter. Data yang didapatkan pada pemantauan sistem meliputi data penggunaan CPU, GPU, memori dan konsumsi daya.

1) Hasil Pemantauan Penggunaan CPU

Pemantauan penggunaan CPU menghasilkan data berbentuk persentase. Data ini menunjukkan banyaknya sumber daya dari CPU yang digunakan pada saat sistem beroperasi. Semakin besar beban pemrosesan sebuah sistem yang dilakukan, semakin tinggi pula daya CPU yang digunakan dan menghasilkan persentase yang besar. Data yang tercatat dari hasil pemantauan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Penggunaan CPU

Analisis grafik penggunaan CPU selama dua hari pengujian menunjukkan bahwa sistem pengenalan wajah mengalami pemanfaatan kapasitas yang konsisten dengan pola yang stabil. Pada hari pertama, penggunaan CPU tercatat dalam rentang antara 68% hingga 77,5% kapasitas maksimum, dengan rata-rata penggunaan kapasitas sebesar 72,18%. Grafik pada hari pertama, menunjukkan penggunaan CPU yang relatif konstan sepanjang periode pengujian.

Pada hari kedua, pola penggunaan CPU menunjukkan kesamaan dengan hari pertama, dengan rentang penggunaan sedikit lebih rendah yaitu di antara 67,5% hingga 76,5%, dan rata-rata penggunaan CPU sebesar 71,25%. Meskipun terdapat sedikit perbedaan dalam rentang dan rata-rata penggunaan CPU antara hari pertama dan hari kedua, grafik kedua hari tersebut menunjukkan pola yang serupa dan konsisten. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem pengenalan wajah bekerja secara stabil dalam memanfaatkan kapasitas CPU, tanpa adanya fluktuasi penggunaan yang signifikan selama dua hari pengujian. Stabilitas ini menunjukkan efisiensi sistem dalam mengelola sumber daya CPU selama pengenalan wajah dilakukan.

Berdasarkan hasil pemantauan selama dua hari, keempat core CPU Jetson Nano yang digunakan untuk sistem pengenalan wajah menunjukkan penggunaan yang konsisten, seperti yang terlihat pada grafik gabungan. Selama pengujian, rata-rata penggunaan CPU tercatat sebesar 77,14%. Angka ini mengindikasikan bahwa CPU Jetson

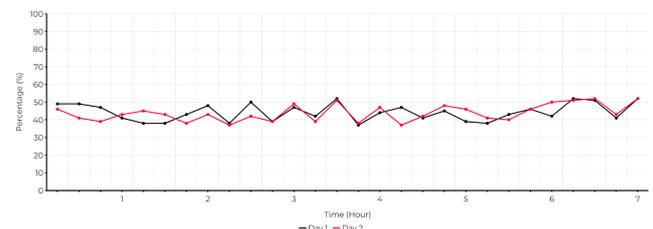
Nano mampu menjalankan sistem pengenalan wajah dengan efisiensi tinggi dan tanpa hambatan berarti, meskipun terdapat variasi beban kerja selama periode pengujian.

Konsistensi penggunaan CPU ini mencerminkan kemampuan sistem untuk menangani tugas pengenalan wajah secara optimal, baik dalam kondisi beban rendah maupun saat intensitas beban meningkat. Stabilitas ini juga menunjukkan bahwa sistem telah dirancang untuk memanfaatkan sumber daya CPU secara maksimal tanpa menyebabkan lonjakan penggunaan yang berlebihan atau penurunan kinerja yang signifikan. Dengan rata-rata penggunaan CPU yang mendekati batas optimal, sistem menunjukkan kinerja yang andal dan efisien dalam mengelola tugas pengenalan wajah selama dua hari pengujian.

Pada penggunaan secara keseluruhan, sistem menggunakan sumber daya CPU di antara 67,5% hingga 77,5%. Selama periode pemantauan, terlihat di mana fluktuasi penggunaan CPU relatif rendah dan relatif konstan. Hal ini mengindikasikan bahwa beban kerja yang diberikan terhadap CPU cukup stabil. Dengan sistem pengenalan wajah yang stabil dalam mengenal wajah, CPU dapat memproses sistem secara optimal dengan rentang penggunaan yang tidak fluktuatif dan relatif konstan. Hal ini dikarenakan CPU sebagai pusat utama dalam pemrosesan, akan melakukan komputasi secara terus menerus untuk menjalankan sistem.

2) Hasil Pemantauan Penggunaan GPU

GPU merupakan komponen dalam sistem untuk menangani tugas-tugas grafis dan komputasi paralel. Pemantauan pada GPU juga menghasilkan data berbentuk persentase. Data ini menunjukkan banyaknya sumber daya dari GPU yang digunakan pada saat pemrosesan sistem. GPU digunakan untuk memproses gambar dan perhitungan yang dibutuhkan secara cepat. Semakin tinggi persentase penggunaan GPU, semakin banyak tugas grafis atau komputasi paralel yang dilakukan. Data yang tercatat dari hasil pemantauan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Penggunaan GPU

Berdasarkan data yang diperoleh, penggunaan GPU selama dua hari pengujian menunjukkan hasil dengan pola beban kerja yang bervariasi. Pada hari pertama, penggunaan GPU berkisar di antara 37% hingga 52%, dengan rata-rata penggunaan tercatat sebesar 44,25%. Grafik pada hari pertama menunjukkan terjadinya fluktuasi yang mencerminkan beban kerja yang diterima oleh GPU sepanjang hari. Fluktuasi ini menunjukkan bahwa tugas yang diberikan kepada GPU bervariasi dalam intensitasnya.

Pada hari kedua, pola penggunaan GPU menunjukkan kemiripan dengan hari pertama, di mana beban kerja tetap bervariasi sama seperti hari pertama. Rentang penggunaan

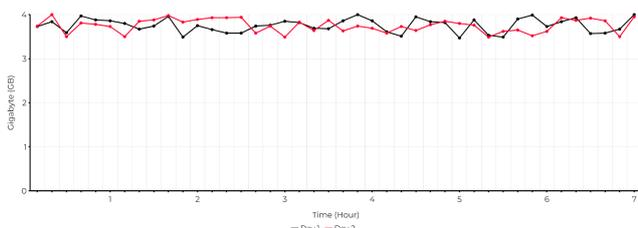
GPU pada hari kedua juga berada di antara 37% hingga 52%, sama seperti hari pertama. Namun, rata-rata penggunaan GPU pada hari kedua tercatat sedikit lebih rendah, yaitu 43,86%, yang mengindikasikan bahwa GPU menerima beban kerja yang secara keseluruhan lebih kecil dibandingkan dengan hari pertama. Meskipun terdapat perbedaan kecil pada rata-rata penggunaan, grafik kedua hari tersebut menunjukkan pola yang konsisten, mencerminkan distribusi beban kerja yang serupa pada GPU selama dua hari pengujian.

Pemantauan GPU mencatat rentang penggunaan di antara 37% hingga 52%, dengan rata-rata 44,05%. Fluktuasi penggunaan yang cukup besar ini menandakan beban kerja yang diberikan terhadap GPU pada kedua hari bervariasi. Variasi yang didapatkan GPU ini dapat terjadi dikarenakan oleh sistem yang memiliki beban kerja untuk komputasi grafis yang berbeda dan berfluktuasi. Meskipun terdapat variasi terhadap beban kerja yang diberikan terhadap GPU, sistem dapat dijalankan secara optimal.

Penggunaan GPU pada sebuah sistem pengenalan wajah berperan besar ketika wajah manusia diproses dan melakukan perhitungan. Fluktuasi yang terjadi pada GPU menandakan adanya saat di mana sistem tidak sering mengenali wajah yang terdapat di depan sistem atau tidak banyak wajah yang dikenali di depan sistem. Pada waktu di mana wajah tidak terdapat di depan sistem, pemrosesan terus berjalan sehingga GPU masih digunakan untuk memproses sebagian kecil pada program untuk pemrosesan grafis yang terlihat oleh sistem. Akan tetapi jika terdapat wajah yang terlihat oleh sistem, maka pengenalan wajah akan mulai untuk menghitung dan mengenal wajah yang ada, mengakibatkan GPU untuk bekerja lebih dari hanya memproses tampilan yang terdapat di depan sistem.

3) Hasil Pemantauan Penggunaan Memori

Memori digunakan sebagai tempat penyimpanan data sementara yang digunakan oleh CPU. Selain itu, memori digunakan sebagai penghubung antara CPU dengan *storage* dari perangkat. Pemantauan pada memori menghasilkan data penggunaan dalam GB. Data ini menunjukkan banyaknya sumber daya dari memori yang digunakan pada saat pemrosesan sistem. Semakin besar jumlah data yang sedang diproses dan pemindahan data dari *storage*, semakin banyak pula memori yang dibutuhkan. Data yang tercatat dari hasil pemantauan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Penggunaan Memori

Penggunaan memori selama dua hari pengujian menunjukkan perbedaan pola dalam tingkat fluktuasi beban kerja sistem. Pada hari pertama, penggunaan memori tercatat fluktuatif, dengan penggunaan maksimum sebesar 4 GB dan minimum mencapai 3,47 GB. Rata-rata penggunaan memori pada hari pertama adalah 3,75 GB. Fluktuasi yang cukup besar ini mencerminkan perubahan beban kerja yang

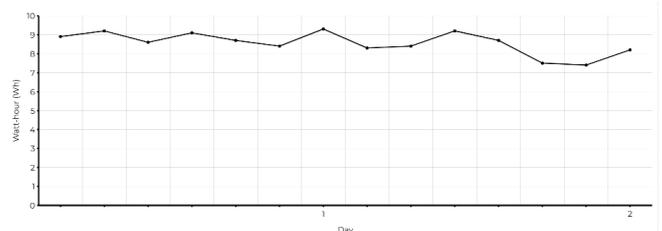
signifikan sepanjang hari, seperti yang terlihat pada grafik yang menggabungkan data dua hari pengujian.

Pada hari kedua, penggunaan memori menunjukkan tingkat stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan hari pertama. Fluktuasi penggunaan memori lebih kecil, dengan rentang antara 3,49 GB hingga 4 GB. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja sistem pada hari kedua cenderung lebih konsisten. Meskipun terdapat perbedaan dalam tingkat fluktuasi dan rentang penggunaan memori antara kedua hari, rata-rata penggunaan memori pada hari kedua tetap sama seperti hari pertama, yaitu 3,75 GB. Pola ini mencerminkan perbedaan karakteristik beban kerja sistem pada kedua hari, dengan hari pertama menunjukkan variasi yang lebih dinamis dan hari kedua yang lebih stabil.

Pemantauan menunjukkan bahwa sistem pengenalan wajah menggunakan memori mencapai puncak kapasitas sebesar 4 GB. Dengan fluktuasi penggunaan yang cukup signifikan antara 3,47 GB hingga 4 GB, sistem memberikan beban kerja sistem yang bervariasi terhadap memori. Akan tetapi, dengan fluktuasi yang cukup tinggi, sistem dapat berjalan dan memproses dikarenakan memori digunakan dengan rata-rata 3,75 GB pada kedua harinya. Dilihat dari rata-rata penggunaan, walaupun sistem yang memberikan beban kerja yang cukup tinggi, memori masih dapat memproses dan menggunakan kapasitas maksimum.

4) Hasil Pemantauan Konsumsi Daya

Konsumsi daya merupakan indikator penting dari efisiensi energi suatu sistem. Pemantauan pada konsumsi daya menghasilkan data penggunaan dalam Wh. Penggunaan konsumsi daya seluruhnya berpengaruh pada penggunaan sumber daya pada sistem. Penggunaan sistem yang semakin maksimum, mengakibatkan konsumsi daya yang dibutuhkan tinggi. Data yang tercatat dari hasil pemantauan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Penggunaan Konsumsi Daya

Berdasarkan pemantauan konsumsi daya, sistem menunjukkan penggunaan dengan rata-rata 8,56 Wh. Konsumsi daya tertinggi tercatat pada 9,3 Wh, sedangkan konsumsi terendah adalah 7,4 Wh. Penggunaan akan daya pada perangkat mendapatkan jarak yang jauh pada pemakaiannya, akan tetapi jika dilihat pada grafik, konsumsi daya tidak mengalami fluktuasi yang tinggi, melainkan cukup stabil.

B. Pembahasan

Pemantauan terhadap sistem pengenalan wajah berbasis Jetson Nano memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pola penggunaan sumber daya yang mendukung tugas pengenalan wajah. Analisis data menunjukkan bahwa CPU, GPU, dan memori memainkan peran penting yang saling melengkapi untuk mendukung proses pengenalan wajah. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan kinerja

yang stabil dalam melaksanakan tugas pengenalan wajah, meskipun terdapat ruang untuk pengoptimalan di beberapa komponen.

Pemanfaatan CPU menunjukkan kinerja yang konsisten, dengan rata-rata penggunaan sebesar 77,14%. Angka ini menunjukkan bahwa semua empat *core* CPU yang dimiliki perangkat dapat bekerja secara aktif dan optimal untuk memproses data pengenalan wajah. Fluktuasi yang rendah pada penggunaan CPU ini menandakan distribusi beban kerja yang merata, memungkinkan sistem untuk berjalan dengan stabil. Hal ini menjadi indikasi yang penting bahwa Jetson Nano mampu menangani tugas-tugas pengenalan wajah tanpa menciptakan *bottleneck* di sisi pemrosesan CPU, bahkan pada scenario penggunaan yang berkelanjutan. Berdasarkan hasil ini, kinerja CPU dapat dianggap efisien untuk tugas pengenalan wajah dalam skenario pengujian yang dilakukan.

Penggunaan GPU, di sisi lain, menunjukkan dinamika komputasi grafis yang lebih bervariasi. Dengan rentang penggunaan di antara 37 % hingga 52 %, GPU menunjukkan fleksibilitas dalam menyesuaikan kebutuhan pemrosesan grafis, sehingga menghasilkan fluktuasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan CPU. Namun, rata-rata penggunaan pada 44,05 %, masih terdapat ruang untuk pengoptimalan sumber daya GPU. Potensi ini memberikan peluang untuk memperluas kapasitas sistem, seperti mempercepat pentanalan atau menambahkan fitur pendukung lainnya.

Kapasitas memori Jetson Nano yang mencapai 4 GB juga dimanfaatkan dengan baik dalam sistem. Stabilitas dalam penggunaan memori menunjukkan kemampuan manajemen memori yang baik, di mana alokasi memori dinamis mampu menangani berbagai kebutuhan pemrosesan wajah secara maksimal. Fluktuasi yang terjadi dalam penggunaan memori mencerminkan beban kerja yang bervariasi saat memproses gambar wajah yang berbeda-beda yang menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari proses pengenalan wajah yang *real-time*.

Konsumsi daya sistem yang rata-rata tercatat pada 8,56 Wh juga memberikan nilai tambahan dalam operasional perangkat ini. Dengan memanfaatkan CPU, GPU, dan memori secara optimal, sistem ini mampu mempertahankan konsumsi daya yang rendah tanpa mengorbankan kapasitas kinerjanya. Hal ini menjadikan Jetson nano sebagai Solusi ideal untuk aplikasi yang membutuhkan pemanfaatan energi yang baik, seperti perangkat IoT atau sistem pengawasan yang berjalan terus-menerus.

Secara keseluruhan, analisis ini menunjukkan bahwa Jetson Nano memiliki performa yang stabil dan tepat guna dalam menjalankan sistem pengenalan wajah. Perpaduan antar CPU, GPU, memori, dan konsumsi daya yang terkendali menjadikan perangkat ini solusi yang tepat untuk aplikasi berbasis kecerdasan buatan dengan kebutuhan daya rendah. Fleksibilitas dan potensi pengoptimalan lebih lanjut pada GPU serta manajemen memori yang kuat menunjukkan peluang pengembangan sistem yang lebih canggih di masa depan.

V. KESIMPULAN

Jetson Nano menunjukkan kinerja yang stabil dalam sistem pengenalan wajah. Pemanfaatan CPU rata-rata

sebesar 77,14% memastikan distribusi beban kerja yang merata, sedangkan GPU dengan rata-rata penggunaan 44,05% menawarkan fleksibilitas dengan ruang untuk pengoptimalan lebih lanjut. Kapasitas memori 4 GB digunakan secara maksimal, dengan rata-rata pemanfaatan mendekati 3,75 GB tanpa mengorbankan stabilitas sistem. Konsumsi daya rata-rata sebesar 8,56 Wh menegaskan efisiensi energi perangkat ini, menjadikannya ideal untuk aplikasi berbasis Internet of Things dan pengawasan berdaya rendah.

Meskipun demikian, optimalisasi lebih lanjut pada distribusi beban GPU, pengelolaan memori, dan perangkat lunak dapat meningkatkan performa keseluruhan. Jetson Nano memiliki potensi untuk menghadirkan solusi AI yang lebih canggih dan mampu menangani skenario yang lebih kompleks di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan artikel ini dapat dilaksanakan berkat daripada dukungan dan doa dari orang-orang terdekat bersama teman dan kerabat yang terus membantu dan menyemangati dalam proses penelitian. Bersama dengan PT Datacomm Diangraha yang menyediakan bantuan pada penelitian. Bantuan berupa perangkat Jetson Nano yang dipinjamkan untuk melakukan penelitian dan tempat untuk menjalankan penelitian. Dengan bantuan yang diterima, hasil dan penulisan dapat diselesaikan.

Terima kasih juga terhadap Universitas Tarumanagara terutama kepada Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara yang terus membantu untuk memberikan wawasan untuk penyelesaian penelitian ini. Bersama itu, dosen-dosen yang selalu menyemangati dan membantu dalam proses penelitian. Dosen-dosen yang terus membantu dan membimbing pada setiap langkah penelitian yang dilakukan. Bantuan yang begitu besar yang diberikan untuk sumber-sumber referensi yang dapat didapatkan dari kumpulan artikel yang dimiliki dan akomodasi yang diberikan untuk mendapatkan sumber-sumber yang tidak dibukakan untuk umum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Wang dan W. Deng, "Deep Face Recognition: A Survey," Apr 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2020.10.081.
- [2] Y. Taigman, M. Yang, M. Ranzato, dan L. Wolf, "DeepFace: Closing the gap to human-level performance in face verification," dalam *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, IEEE Computer Society, Sep 2014, hlm. 1701–1708. doi: 10.1109/CVPR.2014.220.
- [3] NVIDIA Developer, *Jetson Nano Developer Kit*. Nvidia Corporation, 2019. Diakses: 19 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit>
- [4] V. Chandra Sekhar, D. Penchalaiah, G. Naresh Kumar, dan A. Bhattacharyya, "Real Time Face Recognition System using Jetson Nano," dalam *5th ISSE National Conference (INAC-05) on Systems Approach for Self-Reliance in Advanced Technologies*, BS Publications, Mar 2023. doi: 10.37285/bsp.sasat2023.29.
- [5] E. Yose, Victor, dan N. Surantha, "Portable smart attendance system on Jetson Nano," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 13, no. 2, hlm. 1050–1059, Apr 2024, doi: 10.11591/eei.v13i2.6061.

- [6] V. Sati, S. M. Sánchez, N. Shoeibi, A. Arora, dan J. M. Corchado, "Face Detection and Recognition, Face Emotion Recognition Through NVIDIA Jetson Nano," 2021, hlm. 177–185. doi: 10.1007/978-3-030-58356-9_18.
- [7] NVIDIA Developer, "NVIDIA Jetson Nano." Diakses: 19 Mei 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.nvidia.com/en-us/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-nano/product-development/>
- [8] NVIDIA Developer, "CUDA Zone - Library of Resources." Diakses: 6 Juni 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://developer.nvidia.com/cuda-zone>
- [9] R. Bonghi, "Jetson Stats." Diakses: 26 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://developer.nvidia.com/embedded/community/jetson-projects/jetson_stats
- [10] D. E. King, "Dlib Human Face Detector." Diakses: 24 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://github.com/davisking/dlib-models#mmod_human_face_detectordatbz2
- [11] D. E. King, "Dlib Face Recognition ResNet Model." Diakses: 24 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://github.com/davisking/dlib-models#dlib_face_recognition_resnet_model_v1datbz2