



IMPLEMENTASI MONERO MINING PADA RASPBERRY PI 4 MODEL B

Muhammad Derri Fadilah ¹⁾, Hafiz Firdaus ²⁾, Muhamad Riyyan ³⁾

¹ Teknik Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang

² Teknik Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang

³ Teknik Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang

email: ¹ muhammad.derri17145@student.unsika.ac.id, ² hafiz.firdaus17107@student.unsika.ac.id,

³ muhamad.riyyan17006@student.unsika.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 30 January 2023

Accepted : 11 June 2023

Published : 30 June 2023

Keywords:

Cryptocurrency

Mining

Monero

Raspberry Pi

Internet of things

IEEE style in citing this article:

M. D. Fadilah, H. Firdaus, and M. Riyyan, "Implementasi Monero Mining Pada Raspberry Pi 4 Model B", *Jurnal.ilmiah.informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 13-23, Jun. 2023.

Corresponding Author:

Muhammad Derri Fadilah

Universitas Singaperbangsa

Karawang

ABSTRACT

In the world of cryptocurrency, Monero is one of the cryptocurrencies that was created in 2014. Monero uses CryptoNight as a proof-of-work algorithm to get cryptocurrency coins. The proof-of-work algorithm requires miners to have tools with large computing power so they are competing to buy tools with large computing power, but there is a problem with the electricity generated is also large. The Raspberry Pi was tested as an alternative cryptocurrency mining tool that has economic value. In this study, we implemented the Raspberry Pi 4 Model B to calculate how much computing power was generated and how to mine using this tool. The design of this system makes the tool made quite compact and efficient which helps the convoluted mining process. The rising trend of cryptocurrencies has resulted in an increasing demand for economical mining tools. The Raspberry Pi crypto mining system helps provide an economical and energy efficient tool.

© 2023 Jurnal Ilmiah Informatika (Scientific Informatics Journal) with CC BY NC licence

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan *cryptocurrency* beberapa tahun kebelakang sangatlah cepat, sehingga harga yang diterapkan sebuah *cryptocurrency* juga terkadang tidak masuk akal. Pada awalnya *cryptocurrency* dimulai dengan temuan Bitcoin pertama kali oleh seseorang dengan pseudonim Satoshi Nakamoto di tahun 2008, ditahun-tahun berikutnya *cryptocurrency* disebut-sebut sebagai salah satu kontribusi paling penting dalam ekonomi di abad kedua puluh satu [1]. Perkembangan mata uang digital tersebut juga didukung dengan diresmikannya menjadi salah satu cara pembayaran di negara seperti Amerika Serikat, Cina, Rusia, Jepang [2]. *Bitcoin* adalah salah satu contoh *cryptocurrency* yang mempunyai harga yang sangat tinggi, selain itu *bitcoin* adalah parameter harga bagi *cryptocurrency* lainnya, jika harga *bitcoin* naik maka sebagian besar *cryptocurrency* juga akan naik [3]. Salah satu keunggulan *cryptocurrency* adalah distribusi transaksi yang lebih tersruktur

yaitu *Blockchain* yang digambarkan sebagai tempat penyimpanan data terdesentralisasi di mana semua detail transaksi *cryptocurrency* disimpan, data berupa urutan blok yang terstruktur secara logis, memungkinkan penambang mendapatkan persetujuan yang aman disetiap transaksi [4]. *Cryptocurrency* menerapkan kelompok algoritme *proof-of-work* yang menjamin dimana setiap blok yang didapatkan sebanding dengan daya komputasi setiap penambang [5]. Sangat penting untuk mengetahui perkembangan *cryptocurrency mining* sangat populer saat ini. *Cryptocurrency* seperti *bitcoin*, *monero*, *litecoin* dan yang lainnya adalah mata uang digital yang tidak mengikuti aturan normal seperti mata uang yang kita pergunakan yang diatur oleh pemerintah, sehingga tidak tergantung pada perubahan inflasi atau keputusan pemerintah [6]. Berikut beberapa algoritme yang digunakan dalam *cryptocurrency mining*:

Tabel 1. *Cryptocurrency Mining Algorithm*

No.	<i>Cryptocurrency</i>	<i>Algorithm</i>
1	<i>Bitcoin</i>	<i>SHA-256</i>
2	<i>Dogecoin</i>	<i>Scrypt</i>
3	<i>Ethereum</i>	<i>Ethash</i>
4	<i>Monero</i>	<i>Cryptonight</i>
5	<i>Zcash</i>	<i>Equihash</i>

Salah satu *cryptocurrency* yang tren nya beranjak naik adalah *Monero coin*. Dengan keamanan yang dimiliki *Monero* membuatnya menarik bagi para pengguna atau “penambang” dikarenakan banyak pengguna yang mencari sistem keamanan paling kuat untuk menginvestasikan *cryptocurrency* yang mereka punya [7].

Dalam sistem transaksi *Monero* terdapat *ring signatures*, *ring confidential transactions*, dan *stealth addresses* untuk mengaburkan jumlah dan alamat transaksi [8]. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Shen Noether dan Adam Mackenzie pada *Monero Lab* menyebutkan bahwa protokol *ring confidential transactions* menyediakan

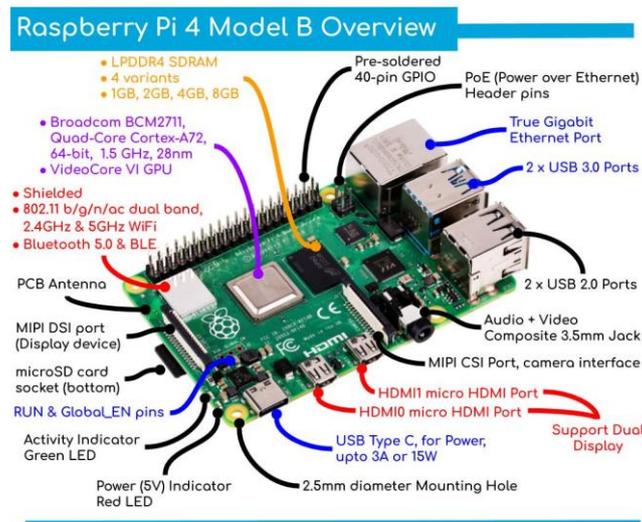
cryptocurrency yang sangat terdesentralisasi, tidak memiliki pihak khusus/istimewa dan dengan keamanan yang dapat menyembunyikan jumlah transaksi, asal, serta tujuan [9]. Seperti pada *cryptocurrency* lainnya, *Monero* juga memiliki *mining pool* yang berguna menggabungkan sumber daya kekuatan masing-masing penambang untuk menemukan blok dan membagikan hadiah blok sesuai daya komputasi masing-masing penambang. Untuk *mining pool Monero* menggunakan *Stratum mining protocol*. Dalam penelitian Biryukov dan Tikhomirov, *Monero* telah lolos uji privasi dan keamanan pada *cryptocurrency mobile wallets* [10]. Ada banyak *pool* yang tersedia untuk menambang *Monero*, tentunya dengan berbagai macam harga dan pembagian hadiah blok yang berbeda. Salah satu *pool* yang mengembangkan *Application Programming Interface (API)* tersendiri adalah *minergate*.

Tren alat penambangan juga cenderung berubah dari tahun ke tahun, para penambang menemukan bahwa kinerja komputasi *Graphics Processing Unit (GPU)* dapat memproses penambangan *cryptocurrency* menjadi jauh lebih cepat, sehingga kebanyakan penambang lebih memprioritaskan untuk menambah GPU atau kartu grafis kelas atas ketimbang membeli *Central central Processing Unit (CPU)*. Semakin populernya *Bitcoin* dan *cryptocurrency* lainnya menghasilkan sebuah kehebohan dan promosi besar-besaran diantara para *end-user* dan peneliti [6]. Pada tahun 2013 tren penambangan

kembali berubah dengan pertama kali dibuat *Application-Specific Integrated Circuits (ASIC)* yang dibuat untuk memaksimalkan penambangan dengan kinerja komputasi diatas GPU [11]. Namun para penambang seiring waktu meninggalkan tren tersebut dikarenakan konsumsi daya listrik yang berbeda jauh lebih tinggi daripada penggunaan GPU.

Untuk melakukan penambangan, seorang penambang *cryptocurrency* harus mempunyai alat komputasi untuk menambang. Daya listrik yang diperlukan juga menjadi pertimbangan bagi para penambang *cryptocurrency* dikarenakan faktor tersebut sebagai penentu keuntungan yang dihasilkan oleh para penambang. Seiring permintaan pasar akan GPU yang terus naik maka hal ini mengakibatkan kelangkaan GPU dipasaran, bahkan harga GPU selalu terlampaui tinggi dari harga jual aslinya. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat komputasi yang ekonomis dan bertenaga komputasi kuat.

Raspberry Pi adalah sebuah komputer mini buatan Raspberry Pi Foundation asal Inggris yang memiliki kemampuan komputasi dengan penggunaan energi yang cukup hemat, bahkan dapat digunakan untuk mendeteksi fenotipe tanaman yang ditulis dalam jurnal milik peneliti biologis terkenal, Jolle W. Jolles [12]. Tipe Raspberry Pi yang terbaru dan memiliki daya komputasi cukup bersaing adalah Raspberry Pi 4 Model B yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 1. Spesifikasi Raspberry Pi 4 Model B

Tabel 2. Penjelasan Lengkap Spesifikasi Raspberry Pi 4 Model B

CPU	Quad-Core Cortex-A72, 64-bit, 1.5 GHz
MEMORY	RAM LPDDR4 1GB/2GB/4GB/8GB MicroSD Card Slot
COMMUNI-CATION	2.4GHz & 5GHz WiFi Bluetooth 5.0 & BLE Ethernet Port 2x Micro HDMI Port 2x USB 3.0 Ports 2x USB 2.0 Ports
POWER	USB C Power (up to 3A or 15 W)

Daya komputasi yang dihasilkan *Raspberry Pi 4* terdapat pada CPU yang digunakan, CPU Quad-Core 1,5 GHz 64-bit sangat cukup untuk menunjang kinerja *Raspberry Pi 4* jika dioperasikan dengan jangka waktu yang lama. *Raspberry Pi 4* ini juga sangat lengkap untuk ukuran sebuah komputer mini, dilengkapi dengan 4 port USB, HDMI, Slot Micro SD dan *Audio* membuat alat ini ringkas dan bertenaga

untuk digunakan [13]. Berbeda dengan *Arduino* yang harus dirakit dengan komponen lainnya untuk menunjang performa dan fungsi, *Raspberry Pi* perangkat yang *compact* dapat dijalankan secara mandiri [14].

Beberapa penelitian yang dilakukan terhadap *Raspberry Pi* sebagai alat komputasi sederhana, jarang digunakan untuk menambang *cryptocurrency*. Oleh

karena itu untuk mengetahui seberapa besar kinerja *Raspberry Pi* dapat berkerja maka pada penelitian berikut ini telah menguji cobakan *Raspberry Pi* sebagai perangkat yang berkerja melebihi alat penambangan *cryptocurrency* seperti pada penelitian berikut ini.

Pada penelitian [15], *Raspberry Pi* digunakan sebagai alat pemroses video. Dalam penelitian yang dilakukan, *Raspberry Pi* menggunakan modul kamera untuk mendeteksi gerakan dan menggunakan teknologi *deep learning* berbasis *software Open CV* untuk menjalankannya. Perhitungan keberhasilan penelitian tersebut berdasarkan keefektifan *Raspberry Pi* dalam mendeteksi objek pada modul kamera. Diperlukan *data training* yang sangat banyak dan kinerja yang mendukung untuk pengoperasian teknik tersebut. Hasil pada penelitian tersebut menunjukkan keberhasilan memproses video dan mendeteksi objek pada *Raspberry Pi* dengan *data training* yang banyak, menunjukkan *Raspberry Pi* dapat memaksimalkan kinerja komputasi yang dihasilkan.

Kinerja komputasi yang sangat berat pada *Raspberry Pi* juga diujicobakan pada penelitian [16], *Raspberry Pi* digunakan sebagai alat komputasi papan sistem informasi digital yang akan ditampilkan pada monitor. Papan sistem informasi ini bekerja penuh seharian pada jam aktif perkuliahan, digunakan sebagai sumber informasi kehadiran dosen pada jam aktif perkuliahan atau sederhananya sebagai sistem informasi absensi dosen. Sistem kerja papan informasi digital tersebut menggunakan sistem operasi *OpenElec* yang memang diatur khusus untuk

penggunaan *Raspberry Pi* dan menggunakan sistem absensi yang ditampilkan pada sistem operasi tersebut. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan menampilkan sistem informasi absensi dosen dengan kinerja *Raspberry Pi* yang baik dan konsisten.

Pada penelitian tersebut dapat dibuktikan bahwa *Raspberry Pi* dapat menjalankan komputasi yang terbilang cukup berat dengan jangka waktu yang lama, seperti menampilkan video hingga mengunggahnya. Penelitian kali sejalan dengan pengoperasian *Raspberry Pi* dengan jangka waktu yang cukup lama untuk melakukan pengujian penambangan *cryptocurrency*.

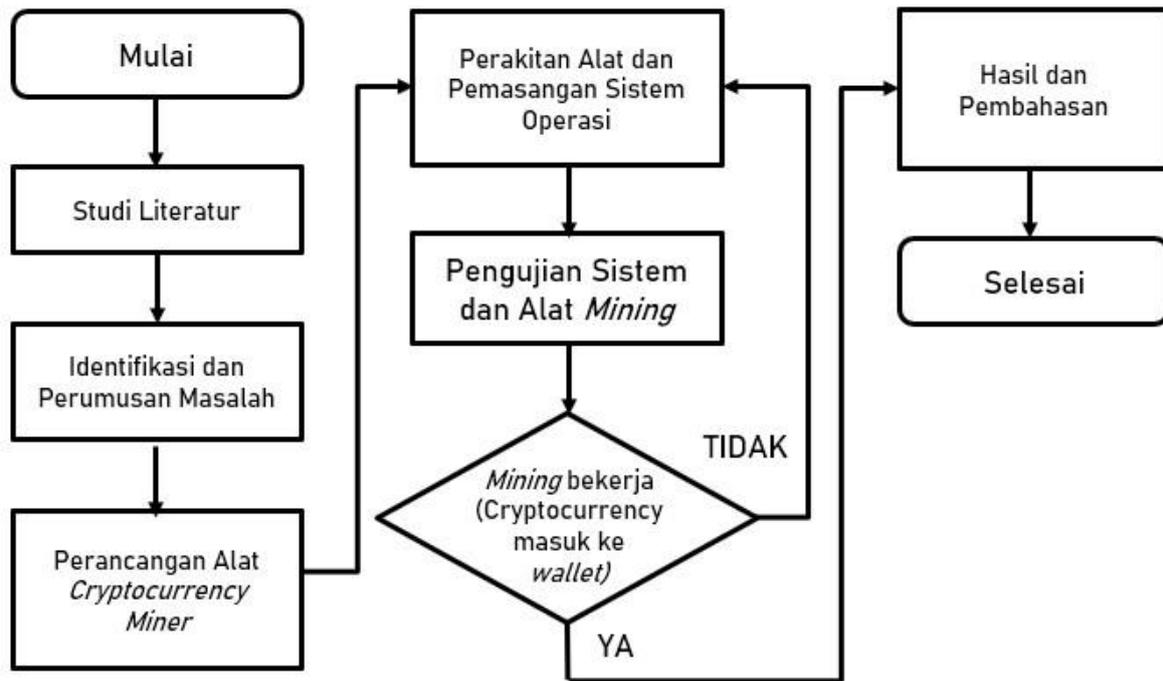
Pada penelitian ini, *Raspberry Pi* akan diimplementasikan sebagai alat komputasi yang berguna untuk menambang dan memperoleh blok *cryptocurrency* dari *Monero coin*. Pada penambangan ini, digunakan *pool minergate* untuk membantu memproses penambangan serta mempermudah dalam menambang *Monero coin*. Tipe *Raspberry Pi* yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe yang mempunyai daya komputasi tertinggi yaitu tipe *Raspberry Pi 4 Model B*.

2. METODE PENELITIAN

Untuk mempermudah penjelasan metode penelitian yang dilakukan maka akan dibagi dalam 4 tahapan penjelasan yaitu:

A. Skema Alur Penelitian

Untuk mengetahui alur penelitian secara lebih terperinci dan jelas maka dibuatlah diagram alir penelitian sebagai berikut pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

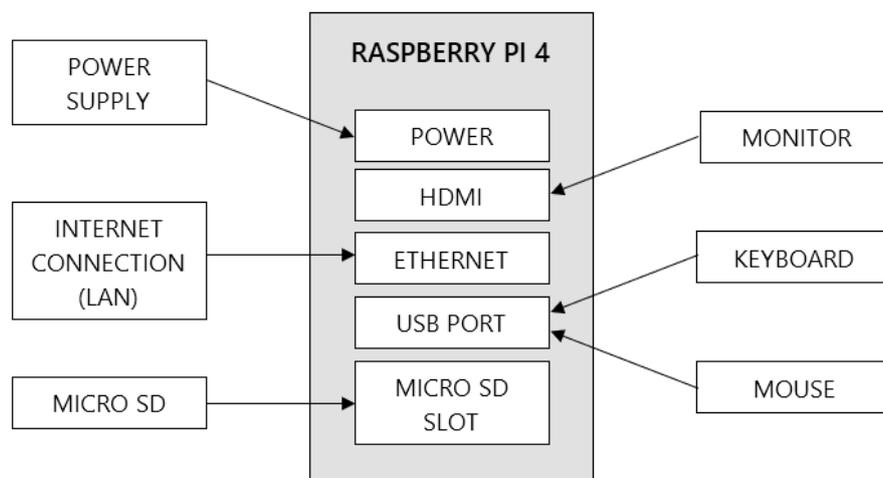
Pada tahapan pertama dilakukan studi literatur melalui jurnal nasional atau internasional untuk menentukan kelayakan dan pemahaman tentang penelitian yang akan dilakukan. Tahapan kedua dilakukan identifikasi dan perumusan masalah penelitian untuk menentukan parameter penentu dalam penelitian. Tahapan ketiga dilakukan perancangan alat agar memperoleh gambaran besar tentang alat yang ingin dirakit. Tahapan keempat adalah perakitan dan pemasangan sistem operasi agar alat dapat melakukan proses *cryptocurrency mining*. Tahapan kelima dilakukan pengujian dengan menjalankan proses *mining* dan menentukan apakah proses *mining* tersebut berjalan lancar ditandai dengan masuknya saldo *cryptocurrency* ke *wallet crypto* yang kita miliki. Tahapan terakhir yaitu

pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan.

B. Perancangan Alat *Cryptocurrency Miner*
Untuk merancang sebuah *cryptocurrency miner* pada penelitian ini, ada beberapa macam alat yang dibutuhkan seperti:

1. Raspberry Pi 4 Model B
2. Monitor
3. Keyboard
4. Mouse
5. Micro SD card
6. Kabel HDMI
7. Power supply
8. Kabel LAN

Sedangkan untuk sistem operasi yang digunakan adalah Raspbian OS dan perangkat lunak CPUMiner. Berikut gambaran rancangan alat mining yang akan dirakit.



Gambar 3. Rancangan Alat Mining

C. Perakitan Alat dan Pemasangan Sistem Operasi

Langkah awal dalam perakitan alat penambangan adalah untuk menghubungkan semua komponen yang ditunjukkan pada gambar sebelumnya yaitu Gambar 3. Fungsi *power supply* adalah untuk menyuplai daya listrik pada *Raspberry Pi 4*, kabel HDMI digunakan untuk menghubungkan *Monitor* dengan port HDMI pada *Raspberry Pi*, kabel LAN digunakan untuk menghubungkan *Raspberry Pi* ke internet, peran *keyboard* dan *mouse* sangat penting untuk alat *input* agar dapat mengetik dan menjalankan sistem operasi dengan baik. Sedangkan *micro sd card* nantinya akan dihubungkan untuk pemasangan sistem operasi.

Untuk memasang sistem operasi maka dibutuhkan sebuah *micro sd card* yang berfungsi menyimpan berkas unduhan sistem operasi untuk dipasangkan dalam perangkat *Raspberry Pi*. Berkas sistem operasi *Raspbian OS* dapat diunduh pada website resmi *Raspberry Pi*, berkas tersebut berbentuk ZIP yang kemudian akan disalin kedalam *micro sd card*. Langkah selanjutnya adalah memasang *micro sd card* pada *Raspberry Pi* untuk melakukan pemasangan sistem

operasi *Raspbian OS*. Langkah pemasangan ini memerlukan bantuan *Monitor* sebagai *output* tampilan, *keyboard* dan *mouse* sebagai alat *input* untuk mengatur pemasangan sistem operasi. Pastikan sistem operasi berjalan dengan baik dan koneksi internet berjalan, kita juga harus memastikan semua perangkat lunak bawaan dan sistem operasi tersebut telah mutakhir atau yang terbaru dengan memasukkan perintah berikut ini pada *terminal SSH*:

```
sudo apt-get update
```

Pemasangan sistem operasi juga harus sesuai dengan perangkat *Raspberry Pi* yang digunakan, jika tidak maka nanti akan terjadi galat pada sistem operasi. Setelah selesai pemasangan maka sistem operasi akan di *reboot* untuk memastikan sekali lagi bahwa tidak ada masalah.

D. Pengujian

Setelah semua pemasangan sistem operasi selesai, selanjutnya memasang perangkat lunak *open source CPUMiner* pada *website github*. Berikut perintah yang dimasukkan pada *terminal SSH* untuk memasang *CPUMiner*:

```
sudo apt install git automake
autoconf libcurl4-openssl-dev
libjansson-dev libssl-dev libgmp-
dev
```

Setelah perintah tersebut maka *CPUMiner* akan terpasang secara otomatis pada sistem operasi. Langkah selanjutnya adalah untuk mengatur *pool mining* yang digunakan sebagai wadah menambang. Ada banyak *pool mining* yang tersedia untuk *Monero*, tapi pada penilitan kali ini akan menggunakan *minergate pool* serta masukkan *wallet cryptocurrency* yang akan digunakan pada saat mining.

Pada tahapan ini alat penambangan akan diuji dan dievaluasi nantinya melalui nilai komputasi yang dihasilkan pada alat penambang tersebut selama 1 jam penambangan *cryptocurrency*. Terjadinya galat atau *error* juga akan dievaluasi menjadi data yang menjadi alat ukur tepat

atau tidaknya penggunaan *Raspberri Pi 4* sebagai alat *mining cryptocurrency*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah berhasil diujicobakan sistem *cryptocurrency mining* selama 1 jam dengan kinerja komputasi antar *cores* yang berjalan sama kuatnya. Pada proses penambangan selama 1 jam tersebut juga didapatkan sejumlah 64 *good share* yang menunjukkan proses penambangan pada *CPUMiner* dengan mengarahkan proses penambangan ke alamat *pool minergate*. Daya komputasi terkonsentrasi pada CPU untuk menjalankan penambangan *cryptocurrency*. Berikut adalah gambaran proses berjalannya *mining* dan rata-rata daya yang dihasilkan oleh komputasi CPU quad-core *Raspberri Pi 4* dengan *CPUMiner* selama 1 jam beroperasi.

```
File Edit Tabs Help
** cpuminer-multi 1.3.7 by tpruvot@github **
BTC donation address: 1FhDPLPpw18X4srecgu63MxJYe4a1JsZnd (tpruvot)

[2021-10-30 00:04:25] Using JSON-RPC 2.0
[2021-10-30 00:04:25] CPU Supports AES-NI: NO
[2021-10-30 00:04:25] Starting Stratium on stratum+tcp://xmr.pool.minergate.com:45700
[2021-10-30 00:04:25] 4 miner threads started, using 'cryptonight' algorithm.
[2021-10-30 00:14:07] accepted: 1/1 (diff 0.000), 11.08 H/s yes!
[2021-10-30 00:14:12] CPU #3: 2.83 H/s
[2021-10-30 00:14:32] CPU #0: 2.78 H/s
[2021-10-30 00:14:37] CPU #1: 2.80 H/s
[2021-10-30 00:14:50] CPU #2: 2.78 H/s
[2021-10-30 00:14:50] CPU #0: 2.83 H/s
[2021-10-30 00:14:51] accepted: 2/2 (diff 0.000), 11.25 H/s yes!
[2021-10-30 00:14:55] CPU #3: 2.82 H/s
[2021-10-30 00:15:01] CPU #1: 2.74 H/s
[2021-10-30 00:15:02] accepted: 3/3 (diff 0.000), 11.17 H/s yes!
[2021-10-30 00:15:34] CPU #2: 2.79 H/s
[2021-10-30 00:15:35] CPU #0: 2.76 H/s
[2021-10-30 00:15:39] CPU #3: 2.77 H/s
[2021-10-30 00:15:45] CPU #1: 2.77 H/s
[2021-10-30 00:16:12] CPU #3: 2.81 H/s
[2021-10-30 00:16:13] accepted: 4/4 (diff 0.000), 11.13 H/s yes!
```

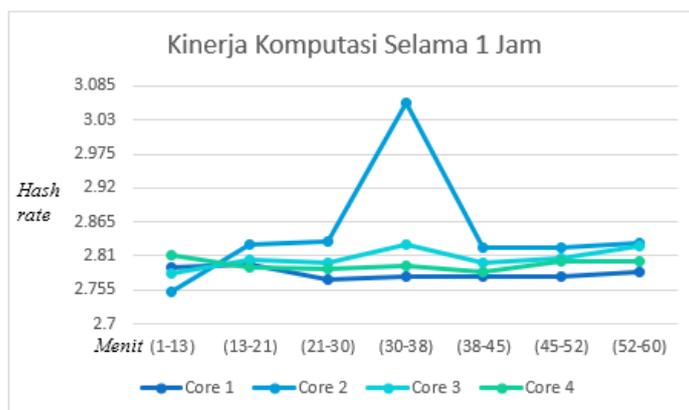
Gambar 4. Proses penambangan pada *CPUMiner*

Tabel 3. Hasil komputasi rata-rata *Raspberri Pi 4*

Nomor Core	Hash Rate yang dihasilkan
Core 1	2.78 H/s
Core 2	2.85 H/s
Core 3	2.80 H/s
Core 4	2.79 H/s

Dapat diketahui *core 2* berkontribusi paling banyak dalam hal komputasi sebanyak $2,85$ H/s. Jika digabungkan besar daya rata-rata komputasi pada *Raspberry Pi 4* adalah sebesar $11,22$ H/s. Daya komputasi juga selalu berubah selama 1

jam operasi, dimana daya komputasi tertinggi yang diperoleh *core 1* sebesar $2,84$ H/s, *core 2* sebesar $2,88$ H/s, *core 3* sebesar $2,87$ H/s dan *core 4* sebesar $2,84$ H/s. Berikut adalah grafis komputasi penambangan pada *Raspberry Pi 4* selama 1 jam:



Gambar 5. Grafis kinerja komputasi per-cores selama 1 jam

Pada Gambar 5 menunjukkan *hash rate* yang diproduksi selama 1 jam oleh *Raspberry Pi 4*. Dapat dilihat bahwa proses awal komputasi berjalan cukup lambat, kemungkinan besar dikarenakan CPU yang masih belum beradaptasi untuk menggunakan kemampuan komputasi tinggi untuk menambang *cryptocurrency*. Dipertengahan proses komputasi sekitar menit ke-30, barulah *Raspberry Pi 4* menunjukkan kinerja komputasi yang naik secara signifikan dan *hash rate* tertinggi yang didapat sebesar $3,05$ H/s. Dapat dilihat dan diketahui bahwa kinerja komputasi selama 1 jam pada *Raspberry Pi 4* berjalan konsisten dan tidak ada penurunan *hash rate* secara signifikan. Proses tersebut dapat dilihat secara *real time* dalam perangkat lunak *CPUMiner*.

Dalam dunia *crypto mining* para penambang yang memiliki banyak alat penambang serta daya komputasi yang tinggi maka akan jadi pemenangnya dan paling banyak mendapatkan *cryptocurrency*. Karena perangkat penambangan yang begitu banyak jumlahnya dan perlu dioperasikan untuk

waktu yang lama, maka jumlah konsumsi energi listrik juga harus dipertimbangkan. Sebagai perbandingan, daya listrik yang dikonsumsi komputer desktop mengkonsumsi listrik sekitar 60W sampai 200W tergantung monitor dan GPU mining yang digunakan. Sedangkan *Raspberry Pi 4* dan peralatan pendukung lainnya hanya mengkonsumsi daya sebesar 2 Watt hingga 5 Watt listrik.

Meskipun *Raspberry Pi 4* sangat hemat listrik dan menghasilkan jumlah daya komputasi yang konsisten dibandingkan dengan rata-rata alat penambang lainnya, perangkat ini memiliki daya komputasi yang sangatlah kecil, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menghasilkan keuntungan bagi para penambang.

Dibutuhkan sekitar 42 buah *Raspberry Pi 4* untuk menyamai daya komputasi (*hash rate*) yang dihasilkan oleh GPU yang populer dikalangan penambang yaitu AMD Radeon RX 580. *Hash rate* yang dihasilkan oleh *Raspberry Pi 4* hanya sebesar 11 H/s sedangkan AMD Radeon RX 580 adalah sebesar 470 H/s. Namun besar

kemungkinan daya komputasi *Raspberry Pi 4* akan naik jika dikombinasikan dengan alat *USB Miner*.

4. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kepada Universitas Singaperbangsa Karawang serta rekan-rekan yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan kinerja dan cara mengimplementasikan *Raspberry Pi 4 Model B* untuk *mining Monero cryptocurrency* dengan sistem operasi *Raspbian OS*. *Raspberry Pi* digunakan sebagai alternatif sistem komputasi *mining* yang memungkinkan penggantian sistem komputasi lewat komputer kini dapat digantikan melalui komputer mini *Raspberry Pi 4*. Alat ini digunakan guna menjadikannya alat penambangan *portable* serta untuk menjadikannya sebagai alat yang ramah bagi penambang karena biaya perangkat dan daya listrik yang digunakan cukup murah.

Para penambang pemula dapat mencoba menambang terlebih dahulu dengan perangkat ini sebelum berkomitmen untuk mencoba alat tambang yang lebih kompeten. Seluruh sistem alat yang dibuat cukup ringkas, hanya dengan menghubungkan seluruh komponen maka alat akan siap untuk dioperasikan. Prinsip kerja alat untuk menambang juga sama seperti rata-rata alat *crypto mining* yang digunakan para penambang. Dengan sistem yang dibuat ini, diharapkan setiap orang dapat mempraktekan *crypto mining*, mengetahui cara kerja *crypto mining* tersebut dan menjadi bagian dari perkembangan *cryptocurrency*.

Pengujian *crypto mining* pada penelitian ini sepenuhnya menggunakan daya komputasi *Raspberry Pi 4* itu sendiri

dan hasil yang didapatkan dari penelitian menunjukkan kurangnya daya komputasi yang dihasilkan jika dibandingkan dengan *GPU miner* lainnya, maka dari itu disarankan pada penelitian yang akan dilakukan selanjutnya untuk menggunakan *USB miner* yang dipasangkan dengan *Raspberry Pi 4* agar menambah daya komputasi dan menunjang kinerja *crypto mining*.

6. REFERENSI

- [1] A. Berentsen, "Aleksander Berentsen Recommends 'Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System' by Satoshi Nakamoto," in *21st Century Economics*, B. S. Frey and C. A. Schaltegger, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 7–8.
- [2] Tim CNN Indonesia, "9 Negara yang Melegalkan Bitcoin," *CNN Indonesia*, May 21, 2021.
- [3] C. G. Raji, A. Vinish, G. Gopakumar, and K. Shahil, "Implementation of Bitcoin Mining using Raspberry Pi," in *2019 International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)*, Nov. 2019, no. November, pp. 1087–1092, doi: 10.1109/ICSSIT46314.2019.8987802.
- [4] F. Knirsch, A. Unterweger, and D. Engel, "Implementing a blockchain from scratch: why, how, and what we learned," *EURASIP J. Inf. Secur.*, vol. 2019, no. 1, p. 2, Dec. 2019, doi: 10.1186/s13635-019-0085-3.
- [5] K. R. Ozyilmaz and A. Yurdakul, "Designing a Blockchain-Based IoT With Ethereum, Swarm, and LoRa: The Software Solution to Create High Availability With Minimal Security Risks," *IEEE Consum. Electron. Mag.*, vol. 8, no. 2, pp. 28–34, Mar. 2019, doi: 10.1109/MCE.2018.2880806.
- [6] D. Draghicescu, A. Caranica, A. Vulpe, and O. Fratu, "Crypto-Mining

- Application Fingerprinting Method,” in *2018 International Conference on Communications (COMM)*, Jun. 2018, pp. 543–546, doi: 10.1109/ICComm.2018.8484745.
- [7] Monero, “CryptoNight,” 2023. <https://monerodocs.org/proof-of-work/cryptonight/> (accessed Jan. 28, 2023).
- [8] E. Le Jamtel, “Swimming in the Monero pools,” in *2018 11th International Conference on IT Security Incident Management & IT Forensics (IMF)*, May 2018, pp. 110–114, doi: 10.1109/IMF.2018.00016.
- [9] S. Noether and A. Mackenzie, “Ring Confidential Transactions,” *Ledger*, vol. 1, pp. 1–18, Dec. 2016, doi: 10.5195/ledger.2016.34.
- [10] A. Biryukov and S. Tikhomirov, “Security and privacy of mobile wallet users in Bitcoin, Dash, Monero, and Zcash,” *Pervasive Mob. Comput.*, vol. 59, p. 101030, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.pmcj.2019.101030.
- [11] M. Bedford Taylor, “The Evolution of Bitcoin Hardware,” *Computer (Long Beach, Calif.)*, vol. 50, no. 9, pp. 58–66, 2017, doi: 10.1109/MC.2017.3571056.
- [12] J. W. Jolles, “Broad-scale applications of the Raspberry Pi: A review and guide for biologists,” *Methods Ecol. Evol.*, vol. 12, no. 9, pp. 1562–1579, 2021, doi: 10.1111/2041-210X.13652.
- [13] K. S. Salamah, I. U. Vistalina, and M. I. Danifan, “Sistem Deteksi Model Menggunakan Metode Background,” *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 5, no. 1, pp. 103–110, 2022, doi: <https://doi.org/10.36595/jire.v5i1.520>.
- [14] W. Bagye, T. Azizah, and M. F. Zulkarnaen, “Alat Pengaman Kandang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 1, no. 2, p. 62, 2018, doi: 10.36595/jire.v1i2.61.
- [15] G. Arva and T. Fryza, “Embedded video processing on Raspberry Pi,” in *2017 27th International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA)*, Apr. 2017, pp. 1–4, doi: 10.1109/RADIOELEK.2017.7937598.
- [16] R. N. Dasmen and N. Halim, “Implementasi Papan Informasi Digital Menggunakan Raspberry Pi 3 Pada Stiper Sriwigama Palembang,” *Comput. J. Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 2, p. 196, Oct. 2018, doi: 10.24912/computatio.v2i2.2570.