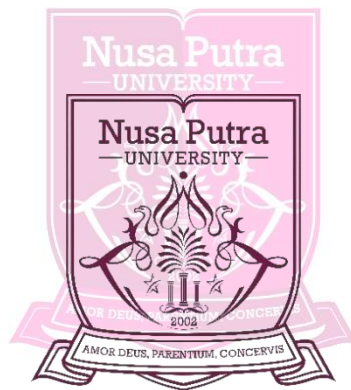


**OPTIMASI *GAS FEE* PADA *SMART CONTRACT ETHEREUM*
MENGUNAKAN TEKNIK *BATCH PROCESSING* DAN
VARIABLE PACKING UNTUK *DAPPS CROWDFUNDING***

SKRIPSI

Dave Maulana Ferros

20210040114



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI**

2025

**OPTIMASI *GAS FEE* PADA *SMART CONTRACT ETHEREUM*
MENGUNAKAN TEKNIK *BATCH PROCESSING* DAN
VARIABLE PACKING UNTUK *DAPPS CROWDFUNDING***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Dalam Menempuh Gelar Sarjana

Teknik Informatika (S.Kom.)

Dave Maulana Ferros

20210040114



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI**

2025

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : OPTIMASI *GAS FEE* PADA *SMART CONTRACT ETHEREUM*
MENGUNAKAN TEKNIK *BATCH PROCESSING* DAN
VARIABLE PACKING UNTUK *DAPPS CROWDFUNDING*
NAMA : DAVE MAULANA FERROS
NIM : 20210040114

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah dijelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka penulis bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Komputer beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, 11 Agustus 2025

Materai

Dave Maulana Ferros

Penulis

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : OPTIMASI *GAS FEE* PADA *SMART CONTRACT ETHEREUM*
MENGUNAKAN TEKNIK *BATCH PROCESSING* DAN
VARIABLE PACKING UNTUK *DAPPS CROWDFUNDING*
NAMA : DAVE MAULANA FERROS
NIM : 20210040114

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 11 Agustus 2025. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Komputer (S.Kom).

Sukabumi, 11 Agustus 2025

Pembimbing I

Zaenal Alamsyah, M.Kom.
NIDN. 0409069602

Pembimbing II



Adrian Reza, M.T.
NIDN. 0428078801

Ketua Penguji

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Ir. Somantri, S.T., M.Kom.
NIDN. 0419128801

Ir. Somantri, S.T., M.Kom.
NIDN. 0419128801

PLH Dekan Fakultas Teknik, Komputer Dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., Asean Eng.
NIDN. 0402037401

ABSTRAK

Blockchain Ethereum menghadapi tantangan utama berupa biaya *gas fee* yang tinggi, terutama saat jaringan mengalami kemacetan. Hal ini menjadi kendala bagi pengguna dan pengembang dalam melakukan transaksi atau menjalankan aplikasi terdesentralisasi (*Dapps*). Penelitian ini bertujuan untuk merancang *smart contract crowdfunding* dengan teknik *batch processing* dan *variable packing* guna mengoptimasi efisiensi *gas fee*. *Batch processing* memungkinkan penggabungan beberapa transaksi menjadi satu, sehingga bisa mengurangi *gas fee*, serta *variable packing* memungkinkan penggunaan *slot storage* yang signifikan yang berguna untuk mengurangi *gas fee*. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan bantuan metode *Software Development Life Cycle (SDLC)* untuk pengembangan program dengan metode *prototyping*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa optimalisasi variabel berhasil mengurangi *gas fee* donasi tunggal hingga 14.21% dibandingkan *smart contract* original. Penggabungan transaksi sendiri menunjukkan efisiensi lebih baik (rata-rata 0.000169 ETH per donasi) dari donasi tunggal original. Kombinasi kedua teknik pada *smart contract* gabungan menghasilkan efisiensi paling optimal, dengan penghematan mencapai 34.97% untuk donasi batch per donasi dibandingkan donasi tunggal original. Optimasi ini secara signifikan meningkatkan efisiensi biaya pada *Dapps crowdfunding Ethereum*.

Kata Kunci: *Ethereum, Gas fee, Batch processing, Variable packing, Smart contract.*

ABSTRACT

The Ethereum blockchain faces a major challenge of high gas fees, especially during network congestion, hindering users and developers from conducting transactions or running decentralized applications (Dapps). This research aims to design a crowdfunding smart contract using batch processing and variable packing techniques to optimize gas fee efficiency. Batch processing allows the consolidation of multiple transactions into one, while variable packing enables more efficient utilization of storage slots. The research employed a quantitative methodology, utilizing the Software Development Life Cycle (SDLC) with a prototyping approach for program development. Test results show that variable optimization successfully reduced single donation gas fees by up to 14.21% compared to the original smart contract. Batch processing itself demonstrated better efficiency (an average of 0.000169 ETH per donation) than the original single donation. The combination of both techniques in the optimized smart contract yielded the most optimal efficiency, achieving savings of 34.97% for batch donations per donation compared to the original single donation. This optimization significantly improves cost efficiency for Ethereum-based crowdfunding Dapps.

Keywords: Ethereum, Gas fee, Batch processing, Variable packing, Smart contract.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **"Optimasi Gas fee Pada Smart contract Ethereum Menggunakan Teknik Batch processing Dan Variable packing Untuk Dapps Crowdfunding"** Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra Sukabumi.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Rully Savanadri dan Ibu Agustina Herawati selaku orang tua tercinta, serta Rizqia Alifah selaku adik penulis, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat dalam setiap langkah perjalanan penulis. Terima kasih atas cinta dan pengorbanan yang tak ternilai, yang telah menjadi fondasi utama hingga penulis dapat mencapai titik ini dan menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M., selaku Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi.
3. Bapak Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng selaku Dekan Fakultas Universitas Nusa Putra
4. Bapak Ir. Somantri, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan arahan dan motivasi.
5. Bapak Zaenal Alamsyah, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan koreksi selama proses penyusunan skripsi.

6. Bapak Adrian Reza M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang turut memberikan masukan dan arahan berharga dalam penyusunan penelitian ini.
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusa Putra Sukabumi yang telah membekali penulis dengan ilmu dan pengetahuan selama masa studi.
8. Teman-teman seperjuangan dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Informatika angkatan 2021 atas semangat dan kebersamaan selama ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung.
10. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada diri sendiri, atas dedikasi, ketekunan, dan komitmen yang telah diberikan sepanjang proses penyusunan karya ilmiah ini. Meskipun harus menghadapi berbagai tantangan, termasuk tuntutan pekerjaan dan batas waktu yang ketat, penulis merasa bangga karena mampu menyelesaikan apa yang telah dimulai. *It always seems impossible until it's done.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi informasi.

Sukabumi, 11 Agustus 2025

Dave Maulana Ferros

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dave Maulana Ferros
Nim : 20210040114
Program Studi : Teknik Informatika
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“OPTIMASI GAS FEE PADA SMART CONTRACT ETHEREUM
MENGUNAKAN TEKNIK BATCH PROCESSING DAN VARIABLE
PACKING UNTUK DAPPS CROWDFUNDING”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti *Noneksklusif* ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/*Format-* kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : SUKABUMI

Pada Tanggal : 11 Agustus 2025

Yang Menyatakan,

Dave Maulana Ferros

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Landasan Teori.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 <i>Ethereum</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 <i>Smart Contract</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.4 <i>Crowdfunding</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2 Penelitian Terkait	Error! Bookmark not defined.
2.3 Kerangka Berpikir.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tahapan Penelitian	Error! Bookmark not defined.

3.2. Identifikasi Kebutuhan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Studi Literatur	Error! Bookmark not defined.
3.4 Perancangan Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.5 Perancangan <i>Smart Contract</i>	Error! Bookmark not defined.
3.6 Pengembangan <i>DApps Crowdfunding</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Gambaran Umum Sistem	Error! Bookmark not defined.
4.2 Implementasi <i>Smart Contract</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3 Implementasi pada <i>DApps (Frontend)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4 Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.5 <i>Blackbox Testing</i>	Error! Bookmark not defined.
4.6 Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP	8
5.1 Kesimpulan	8
5.2 Saran.....	10
DAFTAR PUSTAKA	11



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rata-rata Gas fee ETH dalam 1 Tahun	2
Tabel 2.1 Penelitian Terkait	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Detail Transaksi <i>Smart contract</i> Original - <i>Single donation</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Rata-rata <i>Gas fee Smart contract</i> Original - <i>Single donation</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Detail Transaksi <i>Smart contract Batch processing</i> - <i>Batch donation</i> ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Rata-rata <i>Gas fee Smart contract Batch processing</i> - <i>Batch donation</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Detail Transaksi <i>Smart contract Variable packing</i> - <i>Single donation</i> .	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6 Rata-rata <i>Gas fee Smart contract Variable packing</i> - <i>Single donation</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Detail Transaksi <i>Smart contract Optimized</i> - <i>Single donation</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 Rata-rata <i>Gas fee Smart contract Optimized</i> - <i>Single donation</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 Detail Transaksi <i>Smart contract Optimized</i> - <i>Batch donation</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.10 Rata-rata <i>Gas fee Smart contract Optimized</i> - <i>Batch donation</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.11 <i>Blackbox Testing</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.12 Rangkuman Rata-rata <i>Gas fee</i> Berbagai Versi <i>Smart contract</i>	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik rata-rata <i>Gas fee</i> ETH dalam 1 Tahun	2
Gambar 2.1 <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 <i>Ethereum</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Cara Kerja <i>Smart contract</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Transaksi <i>Crowdfunding</i> dengan Sistem <i>Peer to Peer</i> (P2P)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 <i>Gas fee Ethereum</i> Pada Platform Metamask.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 <i>Batch processing</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Contoh Penerapan <i>Variable packing</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 <i>Sepolia Ethereum Testnet</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.9 Wallet Metamask.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.10 Kerangka Berpikir	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 Grafik Metode Prototyping	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 <i>Prototype Dapps Crowdfunding</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 Flowchart <i>Dapps</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 <i>Use Case Dapps</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 Arsitektur Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 Create <i>Campaign</i> pada <i>Smart contract</i> ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8 Get <i>Campaign</i> pada <i>Smart contract</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9 Donate to <i>Campaign</i> pada <i>Smart contract</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.10 Batch Donate pada <i>Smart contract</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11 Activity Diagram Pembuatan <i>Campaign</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12 Activity Diagram Donasi ke <i>Campaign</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Pembuatan <i>Campaign</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Donasi Ke <i>Campaign</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 Donasi ke <i>Campaign</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4 Statistik Penggunaan <i>Gas fee</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5 <i>Gas fee Smart contract</i> Original - <i>Single donation</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 <i>Gas fee Smart contract Batch processing</i> - <i>Batch donation</i>	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.7 *Gas fee Smart contract Variable packing - Single donation*.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 *Gas fee Smart contract Optimized - Single donation***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 *Gas fee Smart contract Optimized - Batch donation***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Rata-rata *Gas fee Smart contract* **Error! Bookmark not defined.**



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Blockchain merupakan sistem penyimpanan data yang terdesentralisasi dan terdistribusi, di mana informasi disimpan dalam bentuk blok-blok yang saling terhubung. Data dalam *blockchain* bersifat tetap (*immutable*) dan divalidasi melalui mekanisme konsensus yang melibatkan seluruh partisipan dalam jaringan [1]. *Blockchain* beroperasi dengan menyimpan setiap transaksi dalam blok-blok yang saling terhubung dan berinteraksi melalui jaringan komputer. Sistem digital ini memungkinkan pembuatan buku besar terdistribusi, di mana para peserta dalam jaringan *peer-to-peer* dapat bertukar informasi dan aset secara langsung tanpa memerlukan perantara terpercaya [2].

Blockchain Ethereum telah menjadi salah satu platform terkemuka dalam ekosistem teknologi terdesentralisasi. Sejak diluncurkan pada tahun 2015, *Ethereum* tidak hanya mendukung transaksi keuangan tetapi juga memungkinkan pengembangan aplikasi terdesentralisasi (*Dapps*) melalui *smart contract*. Namun, seiring dengan meningkatnya popularitas dan adopsi *Ethereum*, masalah skalabilitas dan biaya transaksi yang tinggi, atau yang dikenal sebagai *gas fee*, menjadi tantangan utama bagi pengguna jaringan *blockchain*.

Biaya transaksi biasanya dibayarkan ketika seorang pengguna memulai tindakan yang akan dicatat di *blockchain*. Tindakan tersebut dapat bervariasi dalam hal kompleksitas, mulai dari mengirim mata uang kripto ke pihak lain hingga menggunakan aplikasi terdesentralisasi (*DApps*) untuk melakukan tindakan yang lebih rumit, seperti meminjam dan meminjamkan aset atau mengeksekusi ketentuan dalam kontrak pintar (*smart contract*) [3]. *Gas fee* adalah biaya yang harus dibayarkan oleh pengguna untuk menjalankan transaksi atau eksekusi *smart contract* di jaringan

Ethereum. Biaya ini dipengaruhi oleh tingkat kepadatan jaringan dan kompleksitas transaksi. Ketika jaringan *Ethereum* mengalami kemacetan, *gas fee* dapat melonjak secara signifikan, membuat transaksi menjadi tidak efisien dan mahal bagi pengguna [4].



Gambar 1.1 Grafik rata-rata *Gas fee* ETH dalam 1 Tahun

(Sumber : blockchair.com)

Tabel 1.1 Rata-rata *Gas fee* ETH dalam 1 Tahun

Bulan/Tahun	Harga Gas Rata-Rata (Gwei)	Keterangan
Maret 2024	70–99 Gwei	Terjadi lonjakan <i>gas fee</i> yang sangat tinggi.
April 2024	25–50 Gwei	Harga mulai menurun tetapi masih fluktuatif.
Mei 2024	10–30 Gwei	Penurunan signifikan, mulai lebih stabil.
Juni–Agustus 2024	5–15 Gwei	Harga relatif rendah dan stabil.
September 2024	10–25 Gwei	Mulai naik kembali secara bertahap.
Oktober 2024	15–35 Gwei	Ada lonjakan moderat di pertengahan bulan.
November 2024	20–50 Gwei	Terjadi lonjakan tajam, kemudian turun lagi.

Desember 2024	15–30 <i>Gwei</i>	Masih fluktuatif namun tidak ekstrem.
Januari 2025	25–55 <i>Gwei</i>	Lonjakan tertinggi kedua dalam setahun.
Februari 2025	1–15 <i>Gwei</i>	Harga kembali sangat rendah dan stabil.

Gambar di atas menunjukkan fluktuasi harga rata-rata gas *Ethereum* (dalam satuan *Gwei*) selama periode Maret 2024 hingga Februari 2025. Terlihat bahwa pada awal Maret 2024, *gas fee* berada pada titik tertinggi, hampir menyentuh angka 99 *Gwei*, mencerminkan kondisi jaringan yang sangat sibuk. Selanjutnya terjadi penurunan tajam pada April dan Mei 2024, kemudian mulai Juni hingga Agustus 2024, *gas fee* cenderung rendah dan stabil, berada di kisaran 5–15 *Gwei*. Pada akhir 2024, terjadi beberapa lonjakan sesaat, khususnya di November dan Januari 2025, yang menunjukkan adanya kemungkinan aktivitas jaringan tinggi (misalnya: NFT minting, DeFi, atau event besar). Selanjutnya di Februari 2025, harga gas kembali turun drastis, bahkan mencapai level di bawah 2 *Gwei*, yang merupakan salah satu titik terendah selama periode ini.

Salah satu *Dapps* yang berpotensi terdampak oleh tingginya *gas fee* adalah *platform crowdfunding* berbasis *smart contract*. *Crowdfunding* di *Ethereum* melibatkan banyak transaksi kecil dari berbagai donatur, yang jika dilakukan secara individual akan menghasilkan akumulasi *gas fee* yang sangat besar. Hal ini menjadi kendala utama bagi proyek-proyek skala kecil atau sosial yang mengandalkan *crowdfunding* untuk mengumpulkan dana. Studi oleh Kim dan Kim [5] menunjukkan bahwa aplikasi dengan volume transaksi tinggi, seperti Uniswap (sebuah decentralized exchange), sangat terdampak oleh *gas fee* yang tinggi, terutama saat jaringan padat. Mereka juga menyoroti bahwa mengurangi jumlah transaksi dapat mengurangi *gas fee* secara signifikan. Hal ini relevan untuk *platform crowdfunding*, yang juga melibatkan

banyak transaksi kecil dari berbagai donatur. Jika dilakukan secara individual, transaksi-transaksi ini akan menghasilkan akumulasi *gas fee* yang sangat besar.

Untuk mengatasi masalah ini, dapat digunakan teknik *batch processing* dan *variable packing*. *Batch processing* memungkinkan penggabungan beberapa transaksi menjadi satu, sehingga mengurangi jumlah transaksi individu yang perlu diproses di *blockchain* [6]. Dengan mengurangi jumlah transaksi, *gas fee* dapat ditekan secara signifikan. Kemudian *variable packing* adalah teknik untuk optimasi *gas fee* dimana penggunaan *variable* sangat diperhatikan, karena dalam satu *slot storage* terdapat 32 byte atau 256 bits, yang dimana ketika penggunaan penyimpanan lebih dari 256 bits maka sudah terhitung menggunakan dua *storage* [7], ini menjadi faktor yang dapat mempengaruhi penggunaan *gas fee*. Implementasi *batch processing* dan *variable packing* pada *smart contract crowdfunding* diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi masalah *gas fee* pada *Ethereum*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengimplementasikan teknik *batch processing* dan *variable packing* pada *smart contract crowdfunding* guna meningkatkan efisiensi *gas fee* di jaringan *Ethereum*. Dengan memanfaatkan teknologi ini, diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih hemat biaya bagi pengguna dan pengembang, sekaligus mendorong adopsi *blockchain* yang lebih luas.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.2.2 Bagaimana cara meningkatkan efisiensi biaya transaksi (*gas fee*) pada platform *blockchain Ethereum* dengan menggunakan algoritma *batch processing* dan *variable packing*?
- 1.2.2 Bagaimana implementasi algoritma *batch processing* dan *variable packing* dapat meningkatkan efisiensi transaksi, khususnya dalam hal

pengurangan *gas fee*?

- 1.2.3 Bagaimana hasil pengujian kinerja sistem *crowdfunding* berbasis *blockchain* setelah diimplementasikan teknik *batch processing* dan *variable packing* dalam aspek biaya?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, peneliti membatasi masalah antara lain:

- 1.3.1 Penelitian ini hanya berfokus pada implementasi algoritma *batch processing* dan *variable packing* pada *smart contract* yang di bangun pada Layer-1 *Ethereum* untuk meningkatkan efisiensi biaya transaksi (*gas fee*).
- 1.3.2 Implementasi dan pengujian dilakukan pada lingkungan *testnet Ethereum (Sepolia)* untuk memastikan keamanan dan efisiensi sebelum diterapkan pada jaringan utama.
- 1.3.3 Pengujian kinerja sistem hanya mencakup satu aspek utama, yaitu biaya transaksi (*gas fee*), tanpa membahas aspek lain seperti keamanan jaringan secara mendalam.
- 1.3.4 Solusi *testnet* Layer-1 lainnya, seperti *Rinkeby*, *Holesky* atau *Goerli*, tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.
- 1.3.5 Penggunaan wallet web3 hanya terbatas pada wallet Metamask, tidak termasuk OKX, Rabby, atau Phantom.

1.4 Tujuan Penelitian

Terdapat beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.4.1 Menganalisis dan mengimplementasikan algoritma *batch processing* dan *variable packing* untuk meningkatkan efisiensi biaya transaksi (*gas fee*) pada *Dapps crowdfunding Ethereum*.
- 1.4.2 Mengevaluasi efektivitas implementasi *batch processing* dan *variable packing* dalam membantu mengurangi biaya transaksi pada *platform blockchain*.
- 1.4.3 Menguji kinerja transaksi setelah diimplementasikan solusi teknik *batch processing* dan *variable packing*, khususnya dalam aspek biaya transaksi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.5.1 Memberikan solusi praktis untuk mengurangi biaya transaksi (*gas fee*) pada *platform crowdfunding Ethereum* melalui implementasi teknik *batch processing* dan *variable packing*.
- 1.5.2 Meningkatkan efisiensi transaksi pada *platform crowdfunding* berbasis *blockchain*, sehingga dapat mendorong adopsi yang lebih luas di kalangan pengguna dan pengembang.
- 1.5.3 Memberikan kontribusi dalam pengembangan ekosistem *blockchain* yang lebih hemat biaya dan skalabel, khususnya dalam lingkup aplikasi terdesentralisasi (*Dapps*) dan transaksi keuangan.

1.6 Sistematika Penelitian

Memberikan gambaran secara garis besar, dalam hal ini dijelaskan isi dari masing-masing bab dari tugas akhir ini. Sistematika penulisan dalam pembuatan laporan ini sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian tentang peningkatan efisiensi *gas fee* pada *platform blockchain Ethereum* menggunakan teknik *batch processing* dan *variable packing*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang meliputi penjelasan mengenai *blockchain Ethereum*, mekanisme *gas fee*, teknologi Layer-1 *Ethereum*, teknik *batch processing* dan *variable packing*. Selain itu, bab ini juga mencakup penelitian terdahulu yang relevan serta kerangka berpikir penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk pendekatan penelitian, alur dan perancangan sistem, serta implementasi teknik *batch processing* dan *variable packing* yang dibangun di jaringan *testnet*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian efisiensi *gas fee* dari *smart contract crowdfunding* yang diimplementasikan. Pembahasan akan mencakup perbandingan *gas fee* antara berbagai versi *smart contract*, serta interpretasi dampak positif dari teknik Penggabungan Transaksi dan Optimalisasi Variabel terhadap efisiensi *gas fee*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh penelitian, yang secara ringkas menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Selain itu, bab ini juga memuat saran-saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang dan implikasi praktis dari temuan penelitian.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan *gas fee* yang tinggi pada *smart contract crowdfunding* di jaringan *Ethereum* dengan mengimplementasikan teknik penggabungan transaksi (*batch processing*) dan optimalisasi variabel (*variable packing*). Melalui pendekatan kuantitatif dan metode prototyping dalam pengembangan perangkat lunak, penelitian ini berhasil menganalisis, merancang, dan mengimplementasikan *smart contract* yang teroptimasi.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa poin kesimpulan yang penulis dapatkan sebagai berikut :

- 1) Penelitian ini berhasil mengimplementasikan *smart contract crowdfunding* yang mendukung *Single donation*, *batch donation*, serta menerapkan teknik Optimalisasi Variabel dan Penggabungan Transaksi pada versi *smart contract* yang berbeda (Original, *variable packing*, *batch processing*, dan optimized).
- 2) Efektivitas teknik optimalisasi variabel terbukti dalam mengurangi *gas fee* untuk transaksi penyimpanan data seperti *Single donation*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *Smart contract* dengan Optimalisasi Variabel berhasil mengurangi *gas fee* sekitar 13.66% untuk *Single donation* dibandingkan dengan *Smart contract* Original (dari 0.000183 ETH menjadi 0.000158 ETH). Penghematan ini dicapai melalui pengelolaan storage yang lebih efisien di *EVM*.

- 3) Implementasi Penggabungan Transaksi meningkatkan efisiensi untuk skenario donasi massal. Meskipun satu eksekusi *batch* mungkin memiliki *gas fee* total yang lebih tinggi dari satu donasi tunggal, biaya per donasi dapat ditekan secara substansial. *Smart contract* dengan Penggabungan Transaksi menunjukkan biaya per donasi sekitar 0.000169 ETH atau \$0.50 USD.
- 4) Kombinasi kedua teknik optimasi pada *Smart contract* Gabungan (Optimized) memberikan efisiensi *gas fee* yang paling optimal. Pada *Batch donation*, *Smart contract* Gabungan mencapai biaya rata-rata per donasi sebesar 0.000119 ETH atau \$0.35 USD. Ini merupakan penghematan sebesar 29.59% dibandingkan *Batch donation* pada *Smart contract* "*Batch processing*".
- 5) Secara keseluruhan, *Smart contract* Gabungan (Optimized) terbukti paling efisien. Dibandingkan dengan *Single donation* pada *Smart contract* Original (dengan biaya 0.000183 ETH), penggunaan *Batch donation* pada versi Optimized menghasilkan penghematan biaya yang substansial, yaitu sekitar 34.97%. Penghematan signifikan ini menunjukkan bahwa sinergi antara Penggabungan Transaksi dan Optimalisasi Variabel sangat efektif dalam mengurangi beban biaya transaksi di jaringan *Ethereum* untuk aplikasi *crowdfunding* bervolume tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan untuk pengembangan di masa mendatang, beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut :

- 1) Melakukan pengujian kinerja pada jaringan mainnet *Ethereum* dalam kondisi real-time untuk memvalidasi temuan penelitian ini di lingkungan produksi yang sesungguhnya.
- 2) Menerapkan dan menguji *smart contract* optimasi pada fungsionalitas *Dapps crowdfunding* lainnya, seperti panduan untuk pencairan dana (*withdrawals*) atau manajemen *campaign* yang lebih detail.
- 3) Menggunakan metode optimasi *batch processing* dan *variable packing* pada *smart contract* dengan *Dapps* berbeda misalnya ketika *minting* NFT.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Fachrian, P. Sukarno, and A. A. Wardana, “Decentralize transaction records of digital payment gateway using *Ethereum Blockchain* and Interplanetary File System,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2024, pp. 269–276. doi: 10.1016/j.procs.2024.05.105.
- [2] A. Laurent, L. Brotcorne, and B. Fortz, “Transaction fees optimization in the *Ethereum blockchain*,” *Blockchain: Research and Applications*, vol. 3, no. 3, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.bcra.2022.100074.
- [3] D. Koutmos, “Network Activity and *Ethereum* Gas Prices,” *Journal of Risk and Financial Management*, vol. 16, no. 10, Oct. 2023, doi: 10.3390/jrfm16100431.
- [4] D. Koutmos, “Network Activity and *Ethereum* Gas Prices,” *Journal of Risk and Financial Management*, vol. 16, no. 10, Oct. 2023, doi: 10.3390/jrfm16100431.
- [5] H. Kim and D. Kim, “Optimal *Gas fee* Minimization in DeFi: Enhancing Efficiency and Security on the *Ethereum Blockchain*,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 173810–173823, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3495714.
- [6] “ERC-3005: Batched meta transactions.” Accessed: Jul. 23, 2025. [Online]. Available: <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-3005>
- [7] S. Lagouvardos, Y. Bollandos, M. Debono, N. Grech, and Y. Smaragdakis, “Precise Static Identification of *Ethereum* Storage Variables,” Mar. 2025, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2503.20690>
- [8] A. Shukla, P. Jirli, A. Mishra, and A. K. Singh, “An overview of *blockchain* research and future agenda: Insights from structural topic modeling,” *Journal of Innovation and Knowledge*, vol. 9, no. 4, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.jik.2024.100605.
- [9] P. Hegde and P. K. R. Maddikunta, “Amalgamation of *Blockchain* with resource-constrained IoT devices for healthcare applications – State of art, challenges and future directions,” Jun. 01, 2023, *KeAi Communications Co.* doi: 10.1016/j.ijcce.2023.06.002.

- [10] M. Pasqua, A. Benini, F. Contro, M. Crosara, M. Dalla Preda, and M. Ceccato, "Enhancing *Ethereum* smart-contracts static analysis by computing a precise Control-Flow Graph of *Ethereum* bytecode," *Journal of Systems and Software*, vol. 200, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.jss.2023.111653.
- [11] P. G. Naik and K. S. Oza, "Leveraging the Power of *Blockchain* Technology for Building a Resilient *Crowdfunding* Solution," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2023, pp. 11–20. doi: 10.1016/j.procs.2023.12.056.
- [12] Y. Madhwal *et al.*, "Empowering autonomous IoT devices in *blockchain* through gasless transactions," *Blockchain: Research and Applications*, vol. 6, no. 2, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.bcr.2024.100257.
- [13] "Gas (*Ethereum*): How *Gas fees* Work on the *Ethereum Blockchain*." Accessed: Jul. 23, 2025. [Online]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/g/gas-ethereum.asp>
- [14] "Gas Optimization in Solidity: Variable Packaging | by hans haar | Coinmonks | Medium." Accessed: Jul. 23, 2025. [Online]. Available: <https://medium.com/coinmonks/gas-optimization-in-solidity-variable-packaging-cae85154f38>
- [15] A. Mattew, M. A. Suwarno, and U. Persada Indonesia, "Rancang Bangun Aplikasi Donasi Terdesentralisasi Berbasis *Blockchain*." [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/issue/archive>
- [16] H. Sakti Kartiko, T. Rismawan, and I. Ruslianto, "Implementasi IPFS untuk Mengurangi *Gas fee Smart contract Ethereum* pada Aplikasi Penggalangan Dana," Aug. 2023, Accessed: Jul. 23, 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/article/view/61876/75676598556>
- [17] F. Arpialim, "PENERAPAN *BLOCKCHAIN* DENGAN INTEGRASI *SMART CONTRACT* PADA SISTEM *CROWDFUNDING*," Dec. 2020.
- [18] F. Reza Hermawan, "IMPLEMENTASI TEKNOLOGI *BLOCKCHAIN* PADA *EQUITY CROWDFUNDING*," *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research. (Printed)*, vol. 5, no. 1, 2021, [Online]. Available: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisamar>,

- [19] W. Yasmin Azhar, "Optimalisasi Biaya gas pada *Smart contract Ethereum* untuk Data Internet of Things Smart Factory," *Jurnal Teknologi Rekayasa*, vol. 9, no. 2, 2024, doi: 10.31544/jtera.v9.i1.2024.95-100.
- [20] R. A.Siroj, W. Afgani, Fatimah, D. Septaria, and G. Z. Salsabila, "METODE PENELITIAN KUANTITATIF PENDEKATAN ILMIAH UNTUK ANALISIS DATA," Jul. 2024.
- [21] E. W. Fridayanthie, H. Haryanto, and T. Tsabitah, "Penerapan Metode *Prototype* Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web," *Paradigma - Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 23, no. 2, Sep. 2021, doi: 10.31294/p.v23i2.10998.
- [22] A. F. Rahmah, Dwi Sartika Simatupang, and Alun Sujjada, "Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Pada Greenhouse Berbasis Android Menggunakan Fuzzy Sugeno," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 4, no. 2, pp. 332–340, Aug. 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i2.5088.
- [23] Y. Wang *et al.*, "IBatch: Saving *Ethereum* fees via secure and cost-effective batching of smart-contract invocations," in *ESEC/FSE 2021 - Proceedings of the 29th ACM Joint Meeting European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering*, Association for Computing Machinery, Inc, Aug. 2021, pp. 566–577. doi: 10.1145/3468264.3468568.