



Desain model Sistem Teknologi Blockchain untuk Pemerataan Pembangunan di Indonesia

Harison^{1*}, Rusfidra²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Universitas Andalas, Indonesia

*Korespondensi penulis : harison.pasca@unand.ac.id

Abstract. Development inequality in Indonesia remains a strategic issue, with a significant gap between the western and eastern regions. Various factors such as corruption, bureaucratic inefficiency, and lack of transparency in public fund management have undermined the effectiveness of development programs. This article proposes a blockchain-based model design as an innovative approach to enhance transparency, accountability, and efficiency in the distribution of national development funds. Through a consortium blockchain model equipped with smart contracts, every transaction can be traced in real time, while fund disbursement is executed automatically based on verified project milestones. This mechanism enables active public participation in monitoring processes while minimizing the potential for budget misuse. With an estimated initial investment of IDR 110–195 billion and potential annual savings of IDR 150–200 trillion, the system implementation promises a Return on Investment (ROI) of 1000–1500% within three to five years. The article also presents the system architecture design, business process notation for stakeholder involvement, and business process notation for community engagement in monitoring and supervising development projects implemented in their respective regions. This approach establishes transparency in the distribution of development programs from the central government to regional areas, which can be directly monitored by local communities.

Keywords: Blockchain; Development Equity; Digital Governance; Smart Contract; Transparency.

Abstrak. Ketimpangan pembangunan di Indonesia masih menjadi isu strategis dengan kesenjangan signifikan antara wilayah barat dan timur. Berbagai faktor seperti korupsi, inefisiensi birokrasi, serta kurangnya transparansi dalam pengelolaan dana publik menjadi hambatan utama yang menggerus efektivitas program pembangunan. Artikel ini mengusulkan desain model teknologi blockchain sebagai pendekatan inovatif untuk memperkuat transparansi, akuntabilitas, dan efisiensi dalam distribusi dana pembangunan nasional. Melalui model *consortium blockchain* yang dilengkapi *smart contract*, setiap transaksi dapat ditelusuri secara *real-time*, sementara pencairan dana dilakukan otomatis berdasarkan pencapaian *milestone* yang telah diverifikasi. Mekanisme ini memungkinkan keterlibatan aktif masyarakat dalam proses pemantauan, sekaligus menekan peluang penyalahgunaan anggaran. Dengan estimasi investasi awal sebesar Rp110-195 miliar dan potensi penghematan mencapai Rp150-200 triliun per tahun, implementasi sistem ini menjanjikan *Return on Investment* (ROI) sebesar 1000-1500% dalam kurun waktu tiga hingga lima tahun. Artikel ini juga memaparkan rancangan arsitektur sistem, model bisnis Proses notasi stakeholder dan model bisnis Proses notasi keterlibatan masyarakat dalam mengontrol dan mengawasi jalan proyek proyek yang dilaksanakan di daerah mereka masing. Hal ini menjadi suatu transparansi pembagian pembangunan oleh pemerintah pusat ke daerah daerah yang bisa dipantau oleh masyarakat di daerah.

Kata Kunci: Blockchain; Digital Governance; Pemerataan Pembangunan; Smart Contract; Transparansi.

1. LATAR BELAKANG

Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia menghadapi tantangan struktural dalam mewujudkan pemerataan pembangunan. Badan Pusat Statistik (2023) mencatat bahwa kontribusi ekonomi Pulau Jawa mencapai 58% dari total Produk Domestik Bruto (PDB) nasional, sementara wilayah Indonesia Timur hanya berkontribusi kurang dari 10%. Kesenjangan ini menunjukkan ketimpangan akses terhadap infrastruktur, layanan publik, dan kesempatan ekonomi, yang berdampak pada rendahnya Indeks Pembangunan Manusia di wilayah tertinggal.

Selain faktor geografis, permasalahan sistemik dalam pengelolaan dana publik juga menjadi hambatan utama. Kompleksitas birokrasi dan lemahnya sistem monitoring menciptakan ruang bagi praktik korupsi dalam sektor infrastruktur. Indonesia Corruption Watch (2022) melaporkan bahwa sektor ini menempati peringkat tertinggi dalam kasus korupsi, dengan kebocoran anggaran mencapai 20-30% dari total alokasi. Sejalan dengan itu, Komisi Pemberantasan Korupsi (2021) mengonfirmasi bahwa mekanisme pengawasan pemerintah masih lemah karena tingginya fragmentasi data antarinstansi dan minimnya sistem pelaporan digital yang terintegrasi.

Keterbatasan akses informasi publik semakin memperburuk ketimpangan pembangunan. Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan (2020) menemukan bahwa sebagian besar masyarakat tidak mengetahui secara rinci alokasi dan realisasi anggaran pembangunan di wilayahnya. Ketiadaan platform digital yang memfasilitasi keterlibatan publik mengakibatkan rendahnya partisipasi masyarakat dalam pengawasan anggaran. Padahal, mekanisme social accountability menjadi pilar penting dalam tata kelola pemerintahan yang transparan dan responsif.

Sistem pelaporan manual yang masih dominan di pemerintah daerah menimbulkan potensi manipulasi data dan memperlambat deteksi dini terhadap penyimpangan anggaran. Fragmentasi data antar kementerian menyebabkan pemerintah pusat kesulitan melakukan oversight terhadap implementasi program pembangunan. Dalam konteks ini, kebutuhan akan sistem pelaporan keuangan yang transparan, otomatis, dan dapat diverifikasi secara publik menjadi semakin mendesak.

Teknologi blockchain menawarkan pendekatan baru dalam tata kelola pemerintahan digital yang berlandaskan transparansi dan desentralisasi

World Bank (2017) menegaskan bahwa penerapan blockchain dalam sektor publik dapat menekan potensi korupsi dengan menghilangkan perantara dan meningkatkan efisiensi birokrasi. Misalnya, dalam pengelolaan dana infrastruktur, blockchain memungkinkan setiap aliran dana dari kementerian hingga pelaksana proyek direkam secara real time, sehingga publik dapat memantau pergerakan anggaran tanpa harus menunggu laporan akhir tahun. Penerapan blockchain juga mendorong partisipasi masyarakat melalui sistem pelaporan terbuka (*open ledger*), di mana warga dapat mengakses data proyek di wilayah mereka. Dengan mekanisme ini, masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat pembangunan, tetapi juga pengawas aktif yang memperkuat akuntabilitas publik.

Kesenjangan pembangunan di Indonesia tidak hanya disebabkan oleh perbedaan geografis, tetapi juga lemahnya transparansi dan koordinasi antarlembaga dalam pengelolaan

dana publik. Dengan karakteristiknya yang transparan, terdesentralisasi, dan tahan manipulasi, teknologi blockchain memiliki potensi besar untuk memperkuat tata kelola pemerintahan. Integrasi blockchain dalam sistem keuangan publik akan mempersempit ruang korupsi, mempercepat proses audit, dan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap pemerintah. Untuk mencapai hal tersebut, diperlukan komitmen kuat dari pemerintah dalam membangun infrastruktur digital, menyusun regulasi yang mendukung, serta melibatkan masyarakat dan akademisi dalam pengembangan sistem blockchain nasional. Dengan demikian, blockchain dapat menjadi fondasi baru bagi tata kelola pembangunan yang adil, terbuka, dan berintegritas.

2. KAJIAN TEORITIS

Teknologi Blockchain

Karakteristik utama blockchain meliputi: (1) desentralisasi—data tersebar di berbagai node, (2) transparansi—seluruh transaksi dapat diverifikasi publik, (3) *immutability*—data tidak dapat diubah setelah tercatat, dan (4) keamanan—menggunakan kriptografi untuk melindungi integritas data (Tapscott & Tapscott, 2016). Terdapat tiga jenis blockchain, yaitu *public blockchain* (terbuka untuk semua pengguna), *private blockchain* (akses terbatas pada pihak tertentu), dan *consortium blockchain* (gabungan yang dikelola oleh beberapa organisasi). Dalam konteks pemerintahan, *consortium blockchain* dianggap paling relevan karena menyeimbangkan transparansi dan privasi, serta menawarkan performa transaksi yang efisien (Zheng et al., 2018).

Smart Contract

Smart contract adalah kontrak digital yang dijalankan secara otomatis berdasarkan syarat yang ditentukan dalam kode program (Buterin, 2014). *Platform Ethereum* memperkenalkan konsep ini secara luas dan memungkinkan pelaksanaan transaksi tanpa perantara ketika kondisi kontrak terpenuhi. Dalam konteks pembangunan infrastruktur, smart contract dapat digunakan untuk mengotomasi pencairan dana berdasarkan *milestone verification*, sehingga mengurangi intervensi manusia dan mempercepat proses pelaksanaan proyek (Christidis & Devetsikiotis, 2016).

Blockchain dalam Sektor Publik

Harison et al, (2025). blockchain adalah teknologi kepercayaan yang memastikan setiap data dan transaksi tercatat secara transparan, tidak dapat diubah, dan dapat ditelusuri untuk menciptakan sistem yang adil dan berintegritas. Harison et al, (2021). Ketelusuran adalah kemampuan sistem untuk menelusuri asal, proses, dan perjalanan suatu produk secara

transparan, sehingga setiap pihak dalam rantai pasok dapat memastikan keaslian dan akuntabilitas informasi yang ditampilkan

Batubara et al. (2018) mengidentifikasi manfaat blockchain untuk *e-government* meliputi transparansi, keamanan, efisiensi, dan peningkatan kepercayaan publik. Namun, mereka juga menyoroti tantangan seperti *scalability*, *interoperability*, serta isu regulasi yang masih berkembang.

Pemerataan Pembangunan Infrastruktur di Indonesia

1. Ketimpangan dan Kondisi Terkini

Rodzi (2023) menemukan bahwa pembangunan infrastruktur di Indonesia masih belum merata antarwilayah, yang memicu kesenjangan ekonomi. Prasetyo (2024) dalam penelitiannya di Kabupaten Cilacap menunjukkan ketidakseimbangan pembangunan antara wilayah barat dan timur, terutama pada aspek pemeliharaan, kualitas, dan pembangunan fisik baru. Selain itu, studi dari Gilberth Suryadi Bully, Syafri, Nurhayati. (2023) menyoroti bahwa meskipun rasio elektrifikasi nasional telah mencapai 99,79%, beberapa wilayah terpencil seperti Papua, Maluku, dan Nusa Tenggara masih menghadapi keterbatasan akses listrik.

2. Faktor Penyebab Ketimpangan

Faktor geografis seperti topografi dan jarak antarpulau juga menimbulkan tantangan besar (Gilberth Suryadi Bully, Syafri, Nurhayati. (2023).

3. Manfaat dan Dampak Infrastruktur yang Merata

Penelitian di Jawa Timur (PKN STAN, 2023) menunjukkan bahwa infrastruktur konektivitas seperti jalan, listrik, dan air bersih berkontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi regional serta menurunkan angka kemiskinan. Program pemerintah seperti BSPS (Bantuan Stimulan Perumahan Swadaya) juga terbukti mempersempit kesenjangan sosial-ekonomi melalui penyediaan hunian layak (Jurnal Peneliti, 2023).

4. Strategi dan Model Penanganan

Alokasi dana yang diarahkan ke daerah tertinggal, hibah Barang Milik Negara (BMN), serta pemanfaatan APBN sebagai instrumen fiskal telah diidentifikasi sebagai strategi konkret untuk mempercepat pemerataan pembangunan (Direktorat Jenderal Perbendaharaan Kemenkeu, 2023).

5. Stakeholder yang Terlibat dan Peranannya

Berdasarkan kajian literatur, para pemangku kepentingan utama dalam pemerataan infrastruktur mencakup:

- 1 Pemerintah pusat, melalui Bappenas, KemenPUPR, dan Kemenkeu, sebagai perancang kebijakan dan pengatur pembiayaan (Kemenko Infrastruktur, 2023);

- 2 Pemerintah daerah, yang berperan dalam implementasi dan pemeliharaan proyek;
- 3 Lembaga pembiayaan dan BUMN infrastruktur, seperti PT SMI, PII, dan IIF (Neliti, 2023);
- 4 Sektor swasta dan investor, sebagai mitra pembangunan melalui skema P3 atau PPP;
- 5 Organisasi internasional seperti World Bank dan ADB, yang menyediakan pembiayaan dan bantuan teknis (World Bank, 2023);
- 6 Masyarakat lokal, LSM, dan media, yang berperan dalam pengawasan sosial dan advokasi transparansi; serta
- 7 Akademisi dan regulator, yang memastikan kepatuhan terhadap standar serta mendorong kebijakan berbasis bukti (Reuters, 2023).

3. METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan *Design Science Research Methodology* (DSRM) yang berfokus pada penciptaan artifacts atau solusi praktis berbasis desain untuk menjawab permasalahan nyata di bidang pemerintahan digital dan tata kelola pembangunan.

Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk menghasilkan solusi berbasis teknologi, dalam hal ini blockchain-based governance system, yang dapat meningkatkan transparansi dan akuntabilitas pengelolaan dana pembangunan di Indonesia.

Tahapan pelaksanaan DSRM dalam penelitian ini mencakup lima langkah utama:

1. *Problem Identification*: Mengidentifikasi kesenjangan pemerataan pembangunan dan permasalahan korupsi dalam pengelolaan dana publik di Indonesia.
2. *Objectives Definition*: Merumuskan tujuan pengembangan sistem berbasis blockchain untuk meningkatkan transparansi dan efisiensi birokrasi.
3. *Design and Development*: Mendesain arsitektur sistem, model smart contract, dan mekanisme pelaporan berbasis *distributed ledger*.
4. *Demonstration*: Mengilustrasikan model implementasi melalui studi kasus dan simulasi berdasarkan data sekunder dari lembaga pemerintah dan publikasi akademik.
5. *Evaluation*: Mengevaluasi kelayakan dan efektivitas model melalui analisis kesesuaian dengan prinsip *good governance* serta *benchmark* dari penerapan serupa di negara lain.

Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui kombinasi pendekatan kualitatif dan dokumentatif dengan fokus pada penguatan validitas triangulasi sumber.

1. Studi Literatur

Tahap ini melibatkan telaah mendalam terhadap penelitian terdahulu mengenai *blockchain governance*, tata kelola digital, serta pemerataan pembangunan di Indonesia. Literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, laporan lembaga internasional, dan dokumen kebijakan nasional seperti Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) dan Strategi Nasional Pencegahan Korupsi (Stranas PK).

2. Analisis Dokumen Kebijakan dan Regulasi

Dokumen yang dianalisis mencakup kebijakan dari Kementerian Komunikasi dan Informatika, Kementerian Keuangan, serta regulasi terkait transformasi digital sektor publik. Analisis ini bertujuan menilai kesiapan regulasi dalam mendukung adopsi blockchain di pemerintahan.

3. *Benchmarking* Implementasi Blockchain di Negara Lain

Studi perbandingan dilakukan terhadap kasus implementasi blockchain di Estonia, Dubai, dan Georgia, yang masing-masing memiliki pendekatan berbeda dalam *e-government* dan *public finance transparency*. *Benchmark* ini digunakan untuk menilai sejauh mana konsep serupa dapat diadaptasi di Indonesia (Batubara et al., 2018).

4. Konsultasi dengan Pemangku Kepentingan

Tahapan ini dilakukan melalui wawancara dan diskusi dengan berbagai pihak seperti pejabat pemerintah, akademisi, praktisi teknologi, dan lembaga pengawasan keuangan publik. Konsultasi ini bertujuan memperoleh pandangan multidisipliner mengenai kelayakan implementasi sistem blockchain dalam konteks birokrasi Indonesia.

Pendekatan pengumpulan data ini diharapkan menghasilkan gambaran yang komprehensif tentang potensi, tantangan, dan rekomendasi strategis bagi penerapan teknologi blockchain dalam memperkuat transparansi pembangunan nasional.

Desain Sistem

Desain sistem menggunakan *architectural design approach* dengan mempertimbangkan: *functional requirements*, *non-functional requirements* (*security*, *scalability*, *usability*), dan *contextual factors*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Arsitektur Sistem

Paper ini mengusulkan *consortium blockchain* berbasis *Hyperledger Fabric* karena *permissioned network* cocok untuk *government use case*, memiliki *modular architecture* yang fleksibel untuk *customization*, mendukung *private channels* guna melindungi data sensitif, dan

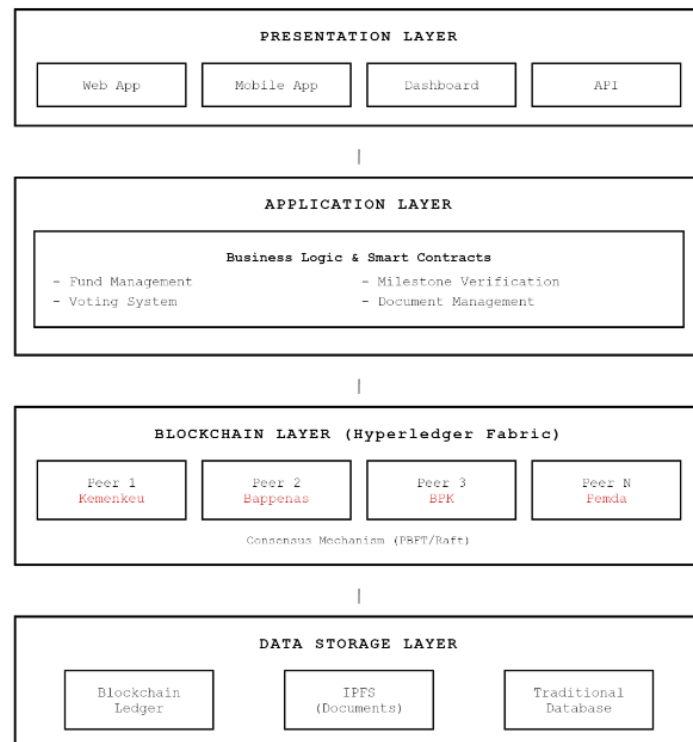
menunjukkan performa yang lebih baik dibanding *public blockchain* (Androulaki et al., 2018; Nguyen et al., 2019).

Arsitektur Berlapis:

1. *Presentation Layer: Web dashboard, mobile app, public monitoring portal, API gateway*
2. *Application Layer: Business logic, smart contracts untuk fund management, milestone verification, voting, audit*
3. *Blockchain Layer: Hyperledger Fabric dengan multiple channels, consensus mechanism (Raft/PBFT)*
4. *Data Layer: Blockchain ledger, IPFS untuk document storage, traditional database untuk off-chain data*

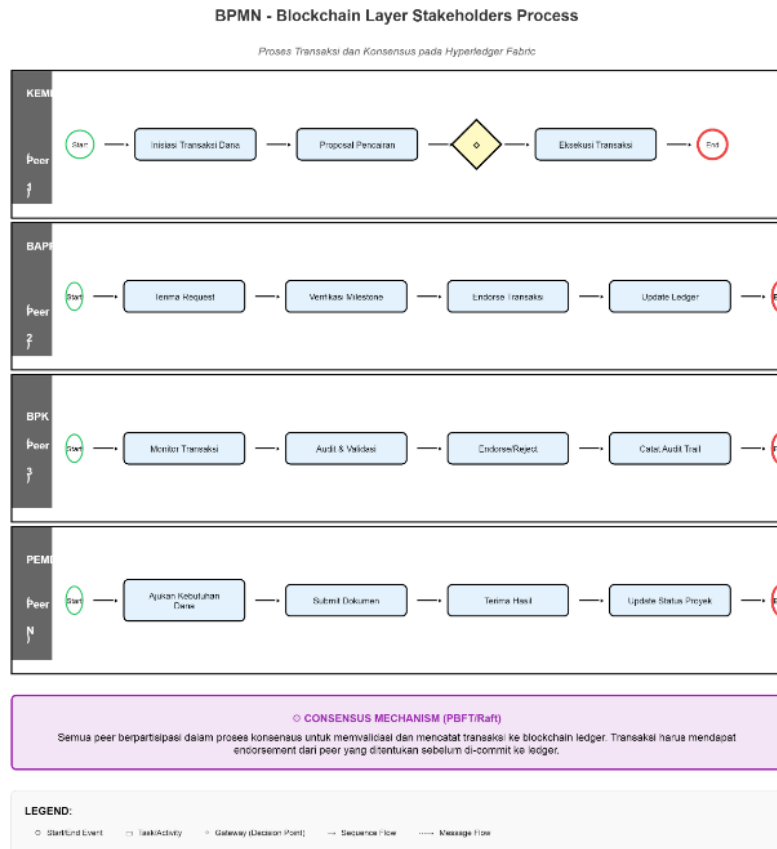
Untuk struktur arsitektur pada desain model ini dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut

Arsitektur Teknis:



Gambar 1. Desain Model Arsitektur .

Diagram BPMN untuk *stakeholder* di blockchain *layer* (Kemenkeu, Bappenas, BPK, dan Pemda) berdasarkan arsitektur dapat dilihat pada gambar 1. berikut.



Gambar 2. Diagram BPMN untuk *stakeholder blockchain layer*.

Pool utama (Stakeholder):

1. Kemenkeu - Menginisiasi transaksi dan pencairan dana
2. Bappenas - Memverifikasi milestone dan meng-endorse transaksi
3. BPK - Melakukan audit dan validasi
4. Pemda - Mengajukan kebutuhan dana dan update status proyek

Fitur BPMN yang digunakan:

1. ○ *Start/End Events* (hijau/merah)
2. □ *Tasks* (kotak biru) untuk setiap aktivitas
3. ◇ *Gateway (decision point)*
4. → *Sequence Flow* (alur proses)
5. *Consensus Mechanism* sebagai proses yang menghubungkan semua *peer*

Setiap *stakeholder* punya alur prosesnya sendiri tapi saling berinteraksi melalui mekanisme konsensus blockchain (PBFT/Raft).

Node Network:

1. *Validator Nodes (full nodes* dengan hak validasi): Kementerian Keuangan, Bappenas, BPK, kementerian teknis

2. *Participant Nodes (read-write)*: Pemerintah provinsi/kabupaten, kontraktor terverifikasi
3. *Observer Nodes (read-only)*: Masyarakat umum, NGO, media

Smart Contract Modules

1. Fund Management Contract

- a. *allocateFunds(projectId, amount, recipient)*: Alokasi dana ke proyek
- b. *disburseFunds(projectId, milestone)*: Pencairan berdasarkan milestone
- c. *trackFunds(transactionId)*: Tracking real-time
- d. *freezeFunds(projectId)*: Pembekuan jika ada anomaly

2. Milestone Verification Contract

- a. *defineMilestones(projectId, milestones)*: Definisi KPI per *milestone*
- b. *submitProgress(projectId, evidence)*: Submit bukti progress
- c. *verifyMilestone(verifierId)*: Multi-signature verification
- d. *approvePayment()*: Trigger automatic disbursement

3. Digital Identity Contract

- a. *registerEntity(entityData)*: Registrasi dan KYC
- b. *verifyIdentity(entityId)*: Verifikasi credential
- c. *reputationScore(entityId)*: Tracking performance history

4. Participatory Budgeting Contract

- a. *submit Proposal (proposalData)*: Usulan dari masyarakat
- b. *vote (proposal Id, voterId)*: E-voting terverifikasi dengan NIK
- c. *tally Votes*: Transparent vote counting
- d. *allocateBudget*: Budget allocation untuk top proposals

Fitur Utama

1. Real-Time Fund Tracking Dashboard

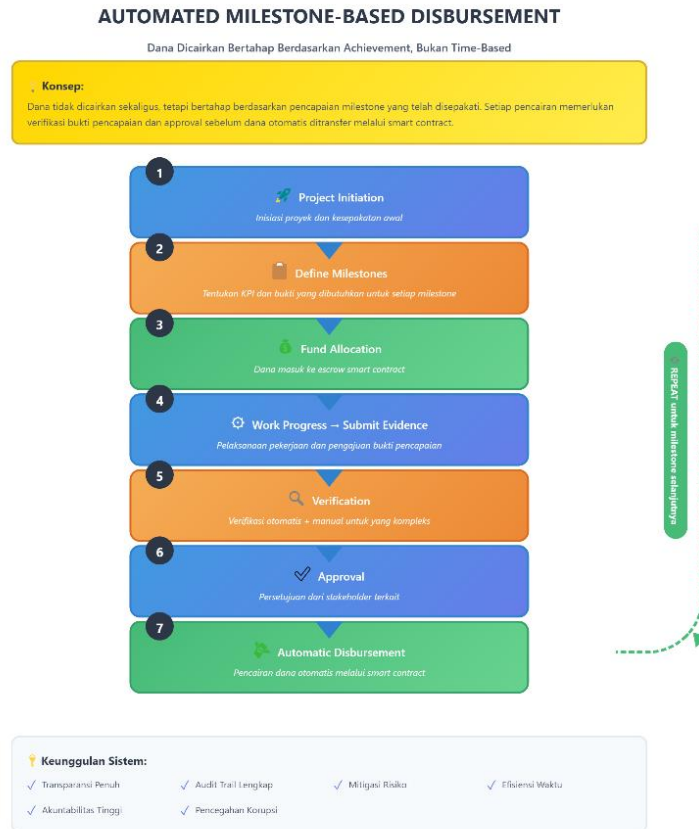
Visualisasi aliran dana dari APBN hingga pelaksana proyek dengan fitur:

- a. *Interactive flow diagram* dengan *geolocation*
- b. Status transaksi *color-coded (pending, approved, disbursed)*
- c. Filter berdasarkan wilayah, sektor, periode
- d. *Notifikasi real-time* untuk *stakeholders*
- e. *Drill-down* untuk *transaction details*

2. Automated Milestone-Based Disbursement

Dana dicairkan bertahap berdasarkan *achievement*, bukan *time-based*:

Konsep: Dana tidak dicairkan sekaligus, tetapi bertahap berdasarkan pencapaian milestone yang telah disepakati. Pada Pencairan Dana Otomatis Berdasarkan *Milestone* gambar 4.3 berikut.



Gambar 3. Model Automated Milestone-Based Disbursement.

- a. *i* dengan KPI terukur (10%, 30%, 50%, 80%, 100%)
- b. *Evidence submission* (foto, dokumen, sensor data)
- c. *Automated verification* untuk data objektif
- d. *Human verification* untuk aspek kualitas
- e. *Multi-signature approval* untuk *milestone* kritis
- f. *Instant disbursement* setelah *approval*

3. Public Monitoring Portal

Platform open untuk masyarakat dengan tujuan memberikan akses kepada masyarakat untuk memonitor pembangunan di wilayahnya. Dengan fitur *dashboard*:

1. *Map-Based View*
 - a. Peta Indonesia dengan *marker* proyek
 - b. Filter berdasarkan status, kategori, nilai
 - c. *Zoom in* untuk detail

2. Project Details

- Nama proyek dan lokasi
- Budget allocation dan realisasi
- Timeline dan progress
- Kontraktor dan pengawas
- Milestone achievement
 - Galeri foto progress

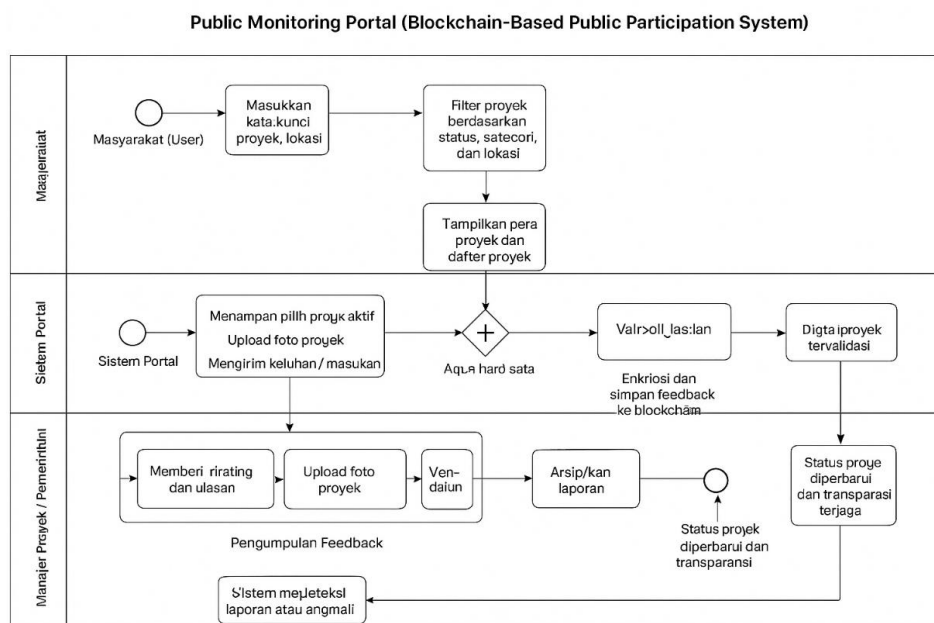
3. Analytics & Statistics

- Total alokasi per wilayah
- Realisasi anggaran
- Project completion rate
- Anomaly detection alerts
- Comparative analysis antar daerah

4. Community Engagement

- Rating dan review proyek
- Complaint submission
- Q&A dengan project manager
- Photo upload dari masyarakat
- Discussion forum

Model monitor masyarakat terhadap proyek yang akan dilaksanakan dan yang terlaksana dapat dilihat pada bisnis proses model notasi yang diperlihatkan pada gambar 4.4 berikut



Gambar 4. bisnis proses model notasi yang diperlihatkan pada.

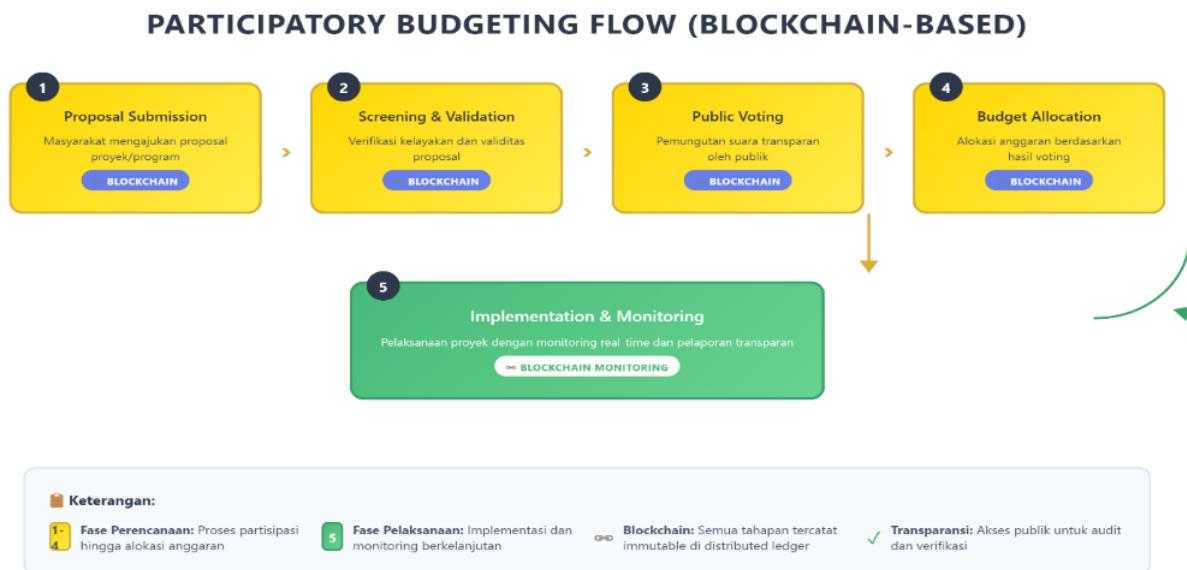
Participatory Budgeting

Konsep melibatkan masyarakat dalam menentukan prioritas pembangunan di wilayahnya.

Mekanisme:

1. *Proposal Submission*
 - a. Masyarakat atau kelompok dapat submit usulan
 - b. Template terstruktur untuk memudahkan
 - c. *Supporting documents* dan justifikasi
2. *Screening & Validation*
 - a. *Technical feasibility check* oleh pemerintah
 - b. *Budget estimate*
 - c. *Alignment* dengan RPJMD
3. *Public Voting*
 - a. *Voting period* (mis: 1 bulan)
 - b. *One person one vote* (verified by e-KTP)
 - c. *Transparent vote counting*
 - d. *Real-time result*
4. *Budget Allocation*
 - a. *Top proposals* mendapat funding
 - b. *Announcement public*
 - c. *Feedback ke proposer*
5. *Implementation and Monitoring*
 - a. Proyek terpilih masuk ke *blockchain system*
 - b. Masyarakat dapat monitor seperti proyek lain

Model *participatory budgeting* dengan pendekatan blockchain dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Participatory Budgeting (PB): Model Keterlibatan Publik dalam Pembangunan Daerah.

Participatory Budgeting (PB) adalah mekanisme penganggaran yang memberi ruang bagi masyarakat untuk terlibat langsung dalam menentukan prioritas pembangunan di wilayahnya. Pendekatan ini bertujuan memperkuat transparansi, akuntabilitas, serta kesesuaian antara kebijakan publik dan kebutuhan nyata masyarakat. PB mendorong kolaborasi aktif antara pemerintah dan warga dalam seluruh siklus perencanaan pembangunan.

Tahapan Mekanisme

1. *Proposal Submission*

Masyarakat, kelompok warga, maupun organisasi lokal dapat mengajukan usulan proyek pembangunan melalui format proposal terstruktur.

Template disediakan untuk memudahkan pengisian, disertai dokumen pendukung dan justifikasi kebutuhan (supporting documents & rationale).

2. *Screening & Validation*

Pemerintah melakukan proses penyaringan dan validasi terhadap setiap usulan berdasarkan: Kelayakan teknis (*technical feasibility*). Estimasi anggaran (*budget estimation*), dan Kesesuaian dengan dokumen perencanaan daerah seperti RPJMD.

3. *Public Voting*

Usulan yang lolos validasi dipublikasikan untuk proses pemungutan suara publik selama periode tertentu (misalnya satu bulan).

Sistem *one person, one vote* diterapkan dengan verifikasi identitas melalui e-KTP. Hasil perolehan suara ditampilkan secara transparan dan dapat diakses secara *real-time*.

4. Budget Allocation

Proposal dengan perolehan suara tertinggi mendapatkan pendanaan. Pemerintah mengumumkan hasil akhir secara terbuka serta memberikan umpan balik *feedback* kepada setiap pengusul agar proses pembelajaran publik tetap berjalan.

5. Monitoring

Proyek terpilih kemudian dimasukkan ke dalam sistem berbasis blockchain untuk menjamin transparansi pelaksanaan dan pelaporan anggaran. Masyarakat dapat memantau perkembangan proyek secara langsung sebagaimana proyek pembangunan lainnya

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Teknologi blockchain menawarkan solusi transformatif untuk permasalahan pemerataan pembangunan di Indonesia. Karakteristik *transparency*, *immutability*, dan *automation* melalui *smart contract* dapat secara signifikan mengurangi korupsi, meningkatkan efisiensi, dan memperkuat partisipasi masyarakat. Desain *consortium blockchain* berbasis *Hyperledger Fabric* dengan *automated milestone-based disbursement* dan *public monitoring dashboard* diharapkan *feasible* untuk konteks Indonesia. Analisis *cost-benefit* menunjukkan ROI yang sangat menarik (1000-1500% dalam 3-5 tahun) dengan potential savings Rp 170-230 triliun per tahun dari pengurangan korupsi dan peningkatan efisiensi. Implementasi bertahap melalui *pilot project*, *regional scaling*, hingga *national deployment* dalam 5 tahun memungkinkan *risk mitigation* dan *continuous learning*.

Saran

Penerapan teknologi blockchain dalam pemerataan pembangunan sebaiknya dilakukan secara bertahap melalui proyek percontohan di daerah dengan kesiapan digital tinggi. Pemerintah perlu menyiapkan regulasi yang mendukung penggunaan blockchain untuk tata kelola keuangan publik, termasuk aspek keamanan data dan audit digital. Kolaborasi antara kementerian, lembaga pengawasan, akademisi, dan sektor swasta menjadi kunci untuk memastikan implementasi berjalan transparan dan berintegritas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan pada Rektor Universitas Andalas, dan Wadir 1, Wadir II Pascasarjana dan Ka Prodi Pendidikan Profesi Insinyur Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas.

DAFTAR REFERENSI

- Allen, D., Berg, C., & Novak, M. (2019). *Blockchain and the economic institutions of capitalism*. Edward Elgar Publishing.
- Androulaki, E., Barger, A., Bortnikov, V., Cachin, C., Christidis, K., De Caro, A., ... & Yellick, J. (2018). Hyperledger Fabric: A distributed operating system for permissioned blockchains. *Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference*, 1–15. ACM. <https://doi.org/10.1145/3190508.3190538>
- Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan. (2020). *Laporan pengawasan akuntabilitas pembangunan daerah*. BPKP.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Produk domestik bruto Indonesia menurut pulau 2023*. BPS.
- Batubara, F. R., Ubacht, J., & Janssen, M. (2018). Challenges of blockchain technology adoption for e-government: A systematic literature review. *Proceedings of the 19th Annual International Conference on Digital Government Research*, 1–9. ACM. <https://doi.org/10.1145/3209281.3209317>
- Belair, A. R. (2003). *Shopping for your self: When marketing becomes a social problem* [Disertasi, Concordia University]. Concordia University.
- Bully, G. S., Syafri, & Nurhayati. (2024). Analisis ketimpangan infrastruktur kelistrikan di Indonesia bagian timur. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(15).
- Buterin, V. (2014). *A next-generation smart contract and decentralized application platform. Ethereum White Paper*. <https://ethereum.org/en/whitepaper/>
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the Internet of Things. *IEEE Access*, 4, 2292–2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Direktorat Jenderal Perbendaharaan Kementerian Keuangan RI. (2023). *Laporan keuangan dana infrastruktur dan transfer ke daerah*. Kementerian Keuangan Republik Indonesia.
- Harison, et al. (2025). E-commerce application of oil palm fresh fruit bunches supply chain. *AIP Conference Proceedings*.
- Harison, et al. (2025). E-offering fruit fresh bunches oil palm to independent farmer users with a blockchain approach. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0250548>
- Indonesia Corruption Watch. (2022). *Tren penindakan kasus korupsi sektor infrastruktur di Indonesia tahun 2022*. ICW.
- Jurnal Peneliti. (2023). *Program BSPS dan dampaknya terhadap pemerataan sosial-ekonomi*. Lembaga Penelitian Indonesia.
- Kementerian Koordinator Infrastruktur. (2023). *Kebijakan percepatan pembangunan daerah tertinggal*. Kemenko Infrastruktur.

- Komisi Pemberantasan Korupsi. (2021). *Laporan tahunan KPK 2021: Sinergi untuk Indonesia berintegritas*. KPK RI.
- Margetts, H., & Naumann, A. (2017). *Government as a platform: Public administration in the digital age*. Oxford University Press.
- Neliti. (2023). *Peran lembaga pembiayaan dalam pemerataan infrastruktur di Indonesia*. Neliti.
- Nguyen, G. T., Kim, K., & Lee, S. (2019). Performance evaluation of Hyperledger Fabric in IoT-based applications. *Sensors*, 19(22), 4821. <https://doi.org/10.3390/s19224821>
- Politeknik Keuangan Negara STAN. (2023). *Dampak infrastruktur terhadap pertumbuhan ekonomi regional di Jawa Timur*. PKN STAN.
- Prasetyo, A. (2024). *Analisis ketimpangan pembangunan infrastruktur Kabupaten Cilacap* [Tesis, Universitas Gadjah Mada].
- Reuters. (2023). *Infrastructure development and regulatory oversight in Southeast Asia*. Reuters News Agency.
- Rodzi, M. (2023). *Analisis pembangunan infrastruktur di Indonesia: Ketimpangan antar wilayah*. STIA APMD.
- Smart Dubai Office. (2018). *Dubai blockchain strategy 2020*. Government of Dubai.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind Bitcoin is changing money, business, and the world*. Penguin.
- World Bank. (2017). *Blockchain: Opportunities for private enterprises and government transparency*. The World Bank.
- World Bank. (2023). *Financing infrastructure for inclusive growth*. The World Bank.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352–375. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.095647>