

PERAN ZERO-BASED BUDGETING DALAM PENINGKATAN AKUNTABILITAS KEUANGAN: STUDI PUSTAKA

¹Nasywa Nurunnabilah, ²Saidah Ahmad

^{1,2}UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

Email: ¹nasywanurunnabilah92@gmail.com, ²saidahahmad62@gmail.com

Abstract

This study explores how Zero-Based Budgeting (ZBB) can enhance financial accountability by conducting an in-depth literature review. In contrast to conventional budgeting approaches that depend on previous expenditure records, ZBB requires each expense to be fully justified from scratch, ensuring that budget allocation aligns with actual organizational needs and strategic goals. The findings suggest that ZBB significantly improves fiscal transparency, reinforces internal control systems, and promotes accountable financial governance across various institutions. However, effective implementation relies heavily on managerial dedication, competent personnel, and robust supporting infrastructure. The study also points out key challenges, such as institutional resistance and the scarcity of empirical research in developing nations, particularly Indonesia. In conclusion, the research underscores the strategic value of ZBB in fostering efficient, transparent, and responsible public financial management.

Keywords: Zero-Based Budgeting, Financial Accountability, Public Sector, Budgeting Strategy, Transparency.

Abstrak

Penelitian ini mengkaji bagaimana metode Zero-Based Budgeting (ZBB) dapat meningkatkan akuntabilitas keuangan melalui pendekatan telaah pustaka secara mendalam. Tidak seperti sistem penganggaran tradisional yang mengacu pada data tahun-tahun sebelumnya, ZBB menuntut setiap pengeluaran dijustifikasi dari awal agar alokasi anggaran benar-benar mencerminkan kebutuhan aktual dan arah strategis organisasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa ZBB mampu meningkatkan transparansi fiskal, memperkuat sistem pengawasan internal, dan mendorong tata kelola keuangan yang akuntabel di berbagai sektor. Namun, penerapan yang optimal sangat bergantung pada komitmen pimpinan, kualitas sumber daya manusia, dan kesiapan infrastruktur sistem. Studi ini juga menggarisbawahi hambatan yang muncul, seperti resistensi birokrasi serta minimnya riset empiris, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini menekankan pentingnya ZBB sebagai pendekatan strategis untuk membangun sistem keuangan publik yang efisien, transparan, dan bertanggung jawab.

Kata Kunci: Zero-Based Budgeting, Akuntabilitas Keuangan, Sektor Publik, Strategi Penganggaran, Transparansi.

PENDAHULUAN

Akuntabilitas keuangan merupakan fondasi krusial dalam manajemen keuangan yang bertanggung jawab, karena menjamin bahwa pengelolaan sumber daya dilakukan secara efisien, transparan, dan sesuai dengan prinsip hukum serta etika yang berlaku. Diberbagai organisasi, baik sektor publik maupun swasta, akuntabilitas berperan penting dalam membangun kepercayaan publik dan mendorong integritas dalam pengambilan keputusan keuangan. Untuk mencapainya, diperlukan sistem pelaporan yang transparan, audit yang

independen, serta pengendalian internal yang mampu mencegah terjadinya penyimpangan dan penyalahgunaan anggaran.

Namun, dalam praktiknya pendekatan penganggaran konvensional kerap kali kurang mampu mendorong evaluasi kritis terhadap pengeluaran, karena cenderung mengandalkan pola alokasi dana berdasarkan data historis tanpa mempertimbangkan kebutuhan aktual. Kondisi ini memunculkan kebutuhan akan metode alternatif yang lebih adaptif dan akuntabel, salah satunya adalah Zero-Based Budgeting (ZBB). Pendekatan ini mewajibkan organisasi untuk menjustifikasi setiap pos anggaran dari awal setiap periode, sehingga setiap pengeluaran harus didasarkan pada kebutuhan riil, bukan sekadar kelanjutan dari alokasi sebelumnya.

ZBB diyakini memiliki potensi besar dalam meningkatkan akuntabilitas keuangan melalui evaluasi menyeluruh atas penggunaan anggaran, pemanfaatan sumber daya yang lebih tepat sasaran, serta penciptaan budaya transparansi dan tanggung jawab di dalam organisasi. Meski demikian, efektivitas ZBB dalam konteks akuntabilitas masih perlu dikaji lebih dalam, mengingat penerapannya memerlukan komitmen manajerial dan sistem penganggaran yang kuat.

Berdasarkan hal tersebut, jurnal ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif peran Zero-Based Budgeting dalam memperkuat akuntabilitas keuangan. Melalui pendekatan studi pustaka, penelitian ini berfokus pada bagaimana ZBB dapat meningkatkan efisiensi alokasi sumber daya, memperkuat kontrol internal, serta mendorong praktik pengelolaan keuangan yang lebih transparan dan bertanggung jawab. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis maupun praktis dalam pengembangan strategi penganggaran yang mendukung tata Kelola keuangan yang baik dan berkelanjutan.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (literature review) sebagai pendekatan utama. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman yang mendalam dan menyeluruh mengenai penerapan ZBB di berbagai konteks organisasi baik di sektor publik maupun swasta. Melalui studi pustaka, peneliti dapat mengidentifikasi praktik terbaik, tantangan implementasi, serta mengevaluasi efektivitas ZBB dibandingkan dengan metode penganggaran tradisional.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari berbagai literatur ilmiah dan dokumen relevan termasuk artikel jurnal, buku, laporan penelitian, serta publikasi lainnya yang membahas aspek teoritis maupun praktis dari ZBB dan akuntabilitas keuangan. Fokus pengumpulan data tertuju pada konsep, proses pelaksanaan, manfaat, serta hambatan yang muncul dalam implementasi ZBB, sekaligus menyoroti bagaimana pendekatan ini mendukung efisiensi penggunaan sumber daya, transparansi fiskal, dan kontrol pengeluaran.

Untuk teknik analisis data, digunakan analisis konten guna mengidentifikasi tema-tema kunci, pola-pola temuan, serta hubungan antara ZBB dan prinsip-prinsip akuntabilitas. Proses ini dilengkapi dengan sintesis hasil penelitian sebelumnya, yang bertujuan mengintegrasikan berbagai perspektif dan hasil studi ke dalam suatu kerangka pemahaman yang utuh dan komprehensif. Penelaahan dilakukan secara sistematis terhadap kelebihan, kekurangan, faktor-faktor yang mendukung maupun menghambat penerapan ZBB dalam praktik manajemen

keuangan.

Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kontribusi ZBB dalam memperkuat akuntabilitas keuangan, serta menghasilkan rekomendasi praktis bagi organisasi yang mempertimbangkan untuk mengadopsi metode penganggaran ini. Sintesis dari berbagai literatur akan memperkuat argumen tentang pentingnya ZBB sebagai strategi penganggaran yang mampu meningkatkan tata kelola keuangan yang transparan, efisien, dan bertanggung jawab.

TINJAUAN PUSTAKA

Zero-Based Budgeting (ZBB) merupakan metode penganggaran yang menuntut justifikasi penuh atas setiap item anggaran dari titik nol pada setiap siklus anggaran. Tidak seperti pendekatan tradisional yang mengandalkan data historis, ZBB menyusun anggaran berdasarkan kebutuhan aktual dan sasaran strategis organisasi. Teori ini diperkenalkan oleh Peter A. Pyhrr pada awal 1970-an sebagai bentuk reformasi terhadap praktik anggaran inkremental yang dianggap tidak responsif terhadap perubahan kebutuhan dan tidak transparan (Pyhrr, 1977).

Dalam konteks manajemen keuangan publik, akuntabilitas mengacu pada tanggung jawab pengelolaan dana publik secara efisien, transparan, dan sesuai dengan hukum. Menurut Behn (2001), akuntabilitas dalam sektor publik mencakup tiga bentuk: akuntabilitas keuangan (financial accountability), akuntabilitas kinerja (performance accountability), dan akuntabilitas proses (process accountability). ZBB berpotensi memperkuat ketiganya dengan cara menghilangkan pemborosan, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan menuntut pertanggungjawaban atas setiap pengeluaran.

Menurut Pillay (2023), ZBB mendorong pemeriksaan menyeluruh terhadap setiap fungsi dan kegiatan organisasi, serta menciptakan hubungan yang lebih kuat antara penganggaran dan kinerja organisasi. Hal ini sejalan dengan hasil studi oleh Hamdullahpur (2021) yang menyebut bahwa ZBB secara signifikan meningkatkan akuntabilitas keuangan dalam institusi pendidikan tinggi karena keterkaitan erat antara alokasi dana dan prioritas strategis universitas.

Pentingnya digitalisasi dalam ZBB juga diperkuat oleh studi Scopus terbaru oleh Piosik (2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan alat digital dalam proses ZBB mampu meningkatkan efisiensi metodologis dan kepuasan manajerial. ZBB yang dikombinasikan dengan tools digital memberi peluang untuk mengotomatisasi pembenaran anggaran dan mempercepat proses evaluasi keuangan¹.

Sementara itu, Coyte et al. (2022) mengkaji kebangkitan kembali praktik ZBB dalam lingkungan korporasi pasca-pandemi. Studi ini menunjukkan bahwa ZBB berfungsi sebagai alat yang efektif untuk menilai ulang nilai kegiatan organisasi serta meningkatkan transparansi dalam perencanaan anggaran, terutama saat terjadi tekanan fiskal tinggi².

¹ Piosik, A. (2024). The Impact of Digitalization Tools on the Adoption of Incremental Budgeting and Zero-Based Budgeting: Effects on Satisfaction, Methodology Efficiency, and Financial Benefits. *Procedia Computer Science*, 246, 2841-2853.

² Coyte, R., Messner, M., & Zhou, S. (2022). The revival of zero-based budgeting: drivers and

Di sektor publik, de Jong (2025) menekankan bahwa ZBB merupakan bagian dari reformasi besar menuju penganggaran berbasis kinerja dan hasil. Ia menyoroti pentingnya prinsip value for money dalam setiap proses alokasi anggaran, yang berarti setiap pengeluaran harus dapat dibenarkan dari sisi manfaat ekonomi dan sosial yang dihasilkan³.

Dari perspektif operasional, Hamdan et al. (2020) mengembangkan sistem pendukung keputusan untuk ZBB pada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Hasilnya menunjukkan bahwa ZBB membantu memperbaiki akuntabilitas keuangan dengan memaksa pelaku usaha untuk mengevaluasi efektivitas setiap kegiatan, bukan sekadar mengikuti pola anggaran masa lalu⁴.

Namun demikian, implementasi ZBB menghadapi berbagai tantangan. Holcombe (2023) mengidentifikasi bahwa keberhasilan ZBB sangat tergantung pada kapasitas organisasi, baik dalam kemampuan evaluasi program, perencanaan strategis, maupun keterampilan sumber daya manusia. Selain itu, birokrasi yang resisten terhadap perubahan dan lemahnya sistem pengendalian internal juga menjadi hambatan dalam penerapan ZBB di sektor publik negara berkembang.

Kesenjangan teoretis dan empiris yang menonjol dalam literatur saat ini adalah kurangnya penelitian empiris mengenai implementasi ZBB secara luas di sektor publik negara berkembang seperti Indonesia. Banyak studi masih bersifat normatif atau terbatas pada institusi tertentu. Faktor-faktor kontekstual seperti budaya organisasi, dukungan politik, dan sistem pengawasan internal jarang dieksplorasi secara holistik dalam kajian akademik.

Berdasarkan telaah literatur, penelitian ini menggunakan kerangka konseptual yang menempatkan ZBB sebagai variabel independen yang memengaruhi akuntabilitas keuangan melalui tiga mekanisme utama: (1) efisiensi alokasi anggaran, (2) penguatan sistem pengawasan internal, dan (3) peningkatan transparansi dan partisipasi dalam proses penganggaran. Kerangka ini akan digunakan untuk menelaah potensi dan tantangan implementasi ZBB dalam konteks organisasi sektor publik Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran Zero-Based Budgeting dalam Meningkatkan Akuntabilitas Keuangan

Zero-Based Budgeting (ZBB) memberikan pendekatan yang lebih struktural dalam upaya menciptakan sistem penganggaran yang akuntabel. Dibandingkan pendekatan konvensional, ZBB tidak hanya memotong anggaran yang tidak perlu, tetapi juga menuntut pembenaran menyeluruh atas semua permintaan dana secara periodik. Setiap unit organisasi diwajibkan menjelaskan nilai dan hasil dari program yang diusulkan, sehingga mendorong manajemen untuk lebih bertanggung jawab terhadap sumber daya publik yang digunakan.

consequences of firm-level adoptions. *Accounting & Finance*, 62(3), 3147-3188.

³ de Jong, M. (2025). The Evolution of Budgeting Practices. *Contemporary Issues and Challenges in Public Financial Management: Responding to Global Crises*, 125-163.

⁴ Hamdan, M., Chen, C. K., & Anshari, M. (2020, November). Decision aid in budgeting systems for small & medium enterprises. In *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)* (pp. 253-257). IEEE.

Dalam ranah sektor publik, kebutuhan akan transparansi dan akuntabilitas fiskal semakin mendesak, terutama di tengah tekanan anggaran dan meningkatnya tuntutan masyarakat. ZBB mendorong institusi untuk beralih dari pendekatan berbasis input menjadi pendekatan berbasis hasil. Seperti dijelaskan oleh Al-Jumaili dan Awad (2023), penerapan ZBB di sektor pemerintahan daerah Irak memaksa para pengelola anggaran untuk mengevaluasi efektivitas setiap kegiatan secara langsung, dan bukan hanya melanjutkan program lama tanpa pertimbangan nilai tambahnya. Efeknya adalah akuntabilitas keuangan yang lebih berbasis pada urgensi dan prioritas publik.

Analisis Kelebihan dan Kekurangan ZBB dalam Meningkatkan Akuntabilitas Keuangan

ZBB memiliki keunggulan utama dalam hal rationality enforcement, yaitu mendorong organisasi untuk selalu memulai analisis dari nol dan mempertimbangkan kembali relevansi setiap aktivitas. Hal ini menjadikan ZBB sebagai alat yang sangat cocok untuk organisasi yang sedang dalam proses reformasi tata kelola keuangan. Fernando (2023) menyebut ZBB sebagai "sistem reflektif", di mana organisasi belajar dari masa lalu bukan untuk mengulanginya, tetapi untuk membentuk masa depan yang lebih efisien dan akuntabel.

Namun, tantangan dari penerapan ZBB tidak bisa diabaikan. Proses ini menuntut sumber daya yang signifikan, baik dalam hal SDM, waktu, maupun perangkat sistem informasi. Di lingkungan birokrasi yang lamban atau resistif terhadap perubahan, ZBB dapat memicu friksi internal yang cukup tinggi. Seperti dicatat oleh Chaudhary (2024), tanpa pelatihan manajerial dan sistem pengumpulan data yang andal, ZBB dapat gagal bukan karena konsepnya lemah, tetapi karena kapasitas penerapannya tidak memadai.

Efisiensi Alokasi Sumber Daya dan Penguatan Kontrol Internal

Efisiensi anggaran menjadi dampak paling nyata dari penerapan ZBB. Dengan mekanisme evaluasi menyeluruh dan realokasi sumber daya, ZBB mampu mengalihkan dana dari program yang tidak efektif ke inisiatif prioritas yang lebih berdampak. Dalam konteks organisasi publik, hal ini sangat relevan untuk menciptakan penganggaran berbasis prioritas yang adaptif terhadap perubahan.

Shugaa-Al-Ddin (2024) menunjukkan bahwa integrasi ZBB dengan sistem cloud-based budgeting tools mempercepat proses revisi alokasi dan penguatan pengawasan internal. Proses ini menghasilkan kontrol yang lebih adaptif, di mana pengelolaan anggaran menjadi bagian dari siklus manajerial yang berkesinambungan.

(Gambar 1)

Aspek Evaluasi	Zero-Based Budgeting	Incremental Budgeting
Fokus	Kebutuhan aktual	Data historis
Justifikasi anggaran	Wajib semua program	Hanya perubahan tambahan
Transparansi & akuntabilitas	Tinggi	Rendah
Alokasi sumber daya	Prioritas strategis	Status quo
Kompleksitas implementasi	Tinggi	Rendah

Contoh Kasus Penggunaan ZBB dalam Peningkatan Akuntabilitas Keuangan

Beberapa studi kasus memberikan bukti konkret tentang efektivitas ZBB dalam mendorong akuntabilitas keuangan. Di Bayelsa State, Nigeria, ZBB membantu pemerintah daerah menutup celah pengeluaran tidak terkontrol, dan menyesuaikan anggaran terhadap kebutuhan layanan publik aktual (Okoh et al., 2023). Di Anbar, Irak, Al-Jumaili dan Awad (2023) melaporkan bahwa penerapan ZBB mengurangi pemborosan anggaran dan meningkatkan akurasi pelaporan keuangan di tingkat pemerintah lokal. Yang menarik, praktik ZBB juga diadopsi oleh lembaga pendidikan dan UMKM dalam konteks penguatan manajemen keuangan berbasis hasil. Artinya, praktik ZBB bisa dikontekstualisasikan secara luas dan bukan hanya terbatas pada organisasi skala besar.

Implikasi ZBB dalam Peningkatan Akuntabilitas Keuangan

Penerapan ZBB membawa dampak sistemik terhadap budaya organisasi. Selain mengubah proses penganggaran, ZBB memperkuat paradigma akuntabilitas sebagai landasan pemerintahan. Praktik ini mendorong manajer keuangan untuk lebih selektif dan strategis dalam merencanakan pengeluaran. Menurut Huaihai (2023), pendekatan ini menciptakan budaya pengawasan yang lebih kuat di sektor publik serta mendorong integrasi antara fungsi keuangan dan strategi kelembagaan.

Implikasi lainnya adalah meningkatnya partisipasi stakeholders. Karena setiap unit kerja harus berkontribusi aktif dalam penyusunan anggaran, maka muncul kolaborasi lintas departemen dan transparansi yang lebih tinggi. Ini berdampak positif terhadap pengawasan, baik dari internal maupun eksternal.

Perbandingan ZBB dengan Metode Penganggaran Lain

Dibandingkan dengan teknik penganggaran inkremental, line-item budgeting (penganggaran item per baris), dan performance-based budgeting (penganggaran berbasis kinerja), ZBB secara teoritis lebih progresif. Dalam metode inkremental, anggaran disusun berdasarkan capaian tahun sebelumnya, sehingga sulit untuk mendeteksi inefisiensi. Line-item budgeting hanya mengutamakan kontrol administratif, bukan nilai strategis program. Sementara performance-based budgeting memang berbasis kinerja, namun tidak mengharuskan evaluasi dari nol seperti ZBB.

Beredugo dan Azubike (2023) menyebut ZBB sebagai metode yang "menggangu status quo secara konstruktif", karena menantang organisasi untuk mempertanyakan kelangsungan program dari perspektif akuntabilitas. Meskipun lebih rumit secara teknis, pendekatan ini memberikan hasil yang lebih relevan dan dapat diukur jika diterapkan secara konsisten.

Keterbatasan dan Kelebihan Studi

Sebagai studi pustaka, penelitian ini memiliki keunggulan dalam menyintesis berbagai temuan global dan menggambarkan kecenderungan praktik ZBB lintas sektor. Namun, keterbatasannya adalah absennya data empiris yang mencerminkan praktik di konteks Indonesia. Untuk itu, penelitian lanjutan berbasis studi lapangan atau mixed methods sangat direkomendasikan guna mengeksplorasi efektivitas ZBB dalam institusi sektor publik di Indonesia.

Kelebihannya adalah bahwa studi ini menyediakan dasar konseptual yang kuat untuk penelitian lanjutan berbasis kuantitatif dan studi kasus. Hasil sintesis ini dapat digunakan sebagai kerangka konseptual untuk mendesain model evaluasi ZBB yang relevan dengan sistem tata kelola publik nasional.

KESIMPULAN

Zero-Based Budgeting (ZBB) memberikan alternatif yang konstruktif terhadap pendekatan penganggaran tradisional, dengan tekanan pada justifikasi menyeluruh dari setiap item anggaran berdasarkan kebutuhan aktual dan tujuan strategis. Melalui teahh pustaka yang komprehensif, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan ZBB dapat memperkuat akuntabilitas keuangan melalui tiga aspek utama: efisiensi alokasi anggaran, penguatan sistem pengawasan internal, dan peningkatan transparansi serta partisipasi dalam proses penganggaran.

Namun demikian, efektivitas ZBB sangat dipengaruhi oleh kesiapan organisasi dalam hal sumber daya manusia, infrastruktur sistem informasi, dan budaya kerja yang terbuka terhadap perubahan. Hambatan seperti ketidakstabilan, kurangnya pelatihan manajerial, serta belum optimalnya pengumpulan dan pemanfaatan data anggaran juga menjadi tantangan yang perlu diatasi.

Secara keseluruhan, ZBB terbukti tidak mampu mendorong pergeseran paradigma pengelolaan anggaran dari sekedar administratif menjadi lebih strategis dan berbasis hasil. Oleh karena itu, untuk mewujudkan tata kelola keuangan publik yang lebih transparan dan bertanggung jawab, ZBB layak dipertimbangkan sebagai pendekatan utama dalam sistem reformasi penganggaran, terutama di sektor publik negara berkembang seperti Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Al-attara, H. A., Mashkourb, S. C., & Hassanc, M. G. (2020). Zero-based budget system and its active role in choosing the best alternative to rationalise government spending. *International journal of innovation, creativity and change*, 13(9), 244-265.
2. AL-DDIN, A. E. S. A. (2024). FACTORS INFLUENCING THE ADOPTION OF INTEGRATED ZERO-BASED BUDGETING WITH SOFTWARE AS A SERVICE (SaaS) IN YEMENI PUBLIC ENTITIES: THE ROLE OF GOVERNMENT INTERVENTION POLICIES.
3. Al-Jumaili, H. N., & Awad, M. A. Zero-Based Budgeting Versus Management Strategy And Applicability.
4. Beredugo, S. B., Azubike, J. U., & Okon, E. E. (2019). Comparative analysis of zero-based budgeting and incremental budgeting techniques of government performance in Nigeria. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 3(6), 238-243.
5. Chaudhary, A. K. (2024). Zero-Based Budgeting as a Tool of Budgetary Control in Panchayati Raj in India. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 24(12), 173-183.
6. Coyte, R., Messner, M., & Zhou, S. (2022). The revival of zero-based budgeting: drivers and consequences of firm-level adoptions. *Accounting & Finance*, 62(3), 3147-3188.
7. de Jong, M. (2025). The Evolution of Budgeting Practices. *Contemporary Issues and Challenges in Public Financial Management: Responding to Global Crises*, 125-163.
8. Fernando, A. (2016). APLICATION OF ZERO BASE BUDGETING IN SRI LANKAN

PUBLIC SECTOR. *te of Cost*, 82.

9. Hamdan, M., Chen, C. K., & Anshari, M. (2020, November). Decision aid in budgeting systems for small & medium enterprises. In *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)* (pp. 253-257). IEEE.
10. Hamdullahpur, F. (2021). Making Choices: Matching Sustainable Funding with Strategic Priorities in Higher Education. *International Experience in Developing the Financial Resources of Universities*, 37-47.
11. Huaihai, Z. (2023). Application of zero based budgeting. *Accounting and Corporate Management*, 5(10), 1-12.
12. Okoh, J. I., Madumere, I., Amahi, F. U., & Akom, P. (2023). Zero Based Budgeting and financial control in Bayelsa State public service. *Journal of Global Accounting*, 9(2), 285-303.
13. Pillay, P. (2023). Monitoring Budgets for Accountability and Outcomes. *Monitoring Systems in Africa*, 75.
14. Piosik, A. (2024). The Impact of Digitalization Tools on the Adoption of Incremental Budgeting and Zero-Based Budgeting: Effects on Satisfaction, Methodology Efficiency, and Financial Benefits. *Procedia Computer Science*, 246, 2841-2853.