

MENGELOLA RISIKO DAN KETIDAKPASTIAN DALAM *CAPITAL BUDGETING*

**Ade Sri Mulyani¹ , Muhammad Yusuf² , Yunike Berry³ , Etyca Rizky Yanti⁴
Meilanta Rantina⁵ , Tri Lestari⁶**

Universitas Negeri Jakarta^{1,2}

Universitas Islam 45³

Universitas Binawan⁴

Universitas Muhammadiyah Jakarta⁵

Universitas Bina Sarana Informatika⁶

ade_1717925075@mhs.unj.ac.id¹

ABSTRAK

Penganggaran modal (*capital budgeting*) merupakan salah satu aspek penting dalam pengambilan keputusan investasi jangka panjang, terutama dalam kondisi yang penuh risiko dan ketidakpastian. Literatur menunjukkan bahwa metode tradisional seperti *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR) masih dominan digunakan, meskipun seringkali tidak cukup untuk menghadapi dinamika ekonomi, kebijakan, dan pasar global. Oleh karena itu, teori dan praktik *capital budgeting* berkembang dengan mengadopsi teknik lanjutan, termasuk analisis sensitivitas, simulasi Monte Carlo, pohon keputusan, serta *real options* yang menawarkan fleksibilitas dalam menghadapi ketidakpastian. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) berdasarkan pedoman PRISMA 2020 dengan sumber utama dari database Scopus. Proses seleksi menghasilkan 2.709 artikel awal, yang setelah difilter tahun publikasi (2020–2025), bahasa, open access, dan relevansi kata kunci menyusut menjadi 90 artikel eligible untuk dianalisis lebih lanjut. Data bibliometrik kemudian dipetakan dengan bantuan VOS viewer untuk memvisualisasikan keterhubungan antar topik. Hasil kajian menunjukkan tren publikasi yang meningkat pasca-pandemi COVID-19, dengan dominasi riset di sektor energi, infrastruktur, serta kebijakan iklim. Analisis juga mengungkap research gap, khususnya pada sektor digital, UMKM, dan konteks negara berkembang. Simpulan, kajian ini menegaskan perlunya pendekatan hybrid kuantitatif-behavioral dalam *capital budgeting*, serta membuka peluang riset terkait integrasi aspek keberlanjutan dalam keputusan investasi.

Kata Kunci : *Capital Budgeting*, Risiko, Ketidakpastian, Bibliometrik

ABSTRACT

Capital budgeting is a crucial aspect of long-term investment decision-making, particularly under conditions of risk and uncertainty. The literature shows that traditional methods such as Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR) are still dominant, although they are often inadequate to address the dynamics of the global economy, policy, and markets. Therefore, capital budgeting theory and practice are evolving by adopting advanced techniques, including sensitivity analysis, Monte Carlo simulations, decision trees, and real options, which offer flexibility in the face of uncertainty. This study employed a Systematic

Literature Review (SLR) method based on the PRISMA 2020 guidelines, with the primary source being the Scopus database. The selection process yielded 2,709 initial articles, which, after filtering for publication year (2020–2025), language, open access, and keyword relevance, were narrowed down to 90 eligible articles for further analysis. Bibliometric data was then mapped using the VOS viewer to visualize the interconnections between topics. The study's results show an increasing publication trend post-COVID-19 pandemic, with research dominated by energy, infrastructure, and climate policy. The analysis also uncovered research gaps, particularly in the digital sector, MSMEs, and developing country contexts. In conclusion, this study emphasizes the need for a hybrid quantitative-behavioral approach to capital budgeting and opens up research opportunities related to the integration of sustainability aspects into investment decisions.

Keywords: capital budgeting, risk, uncertainty, bibliometrics

PENDAHULUAN

Penganggaran modal (*capital budgeting*) merupakan salah satu fungsi terpenting dalam manajemen keuangan korporasi karena keputusan investasi jangka panjang menentukan arah pertumbuhan, alokasi sumber daya, dan penciptaan nilai jangka panjang bagi pemegang saham. Proses ini—yang meliputi identifikasi proyek, estimasi arus kas, pemilihan teknik evaluasi, dan pengambilan keputusan akhir—membutuhkan landasan informasi yang andal serta pemahaman yang baik terhadap aspek risiko dan ketidakpastian yang melekat pada masa depan (Alles et al., 2021).

Dalam praktiknya, banyak pendekatan tradisional seperti *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR) tetap digunakan karena kesederhanaan dan kejelasan interpretasinya. Namun demikian, perubahan cepat di lingkungan ekonomi, kemajuan teknologi, tekanan regulasi, serta dinamika pasar meningkatkan tingkat ketidakpastian yang tidak selalu dapat dimodelkan hanya dengan asumsi probabilitas sederhana. Oleh sebab itu, teori dan praktik *capital budgeting* telah berkembang untuk memasukkan teknik-

teknik yang lebih canggih, misalnya analisis skenario, simulasi Monte Carlo, pohon keputusan, dan penilaian opsi nyata (*real options*) yang memberi manajer fleksibilitas dan alat untuk menangani variabilitas hasil proyek (Koller et al., 2015).

Bahkan ketika organisasi mengadopsi teknik yang lebih maju, studi empiris menunjukkan adanya gap nyata antara teori dan praktik. Penelitian terkini mengindikasikan bahwa banyak Perusahaan, terutama di negara berkembang dan usaha kecil menengah (UKM) masih bergantung pada metode sederhana karena keterbatasan data, sumber daya, dan kapabilitas analitis. Selain itu, adopsi teknik pengelolaan risiko sering terhambat oleh hambatan organisasi, seperti kurangnya dukungan manajemen puncak, keterbatasan keterampilan staf, dan biaya implementasi alat analitis lanjutan (Purnamasari, 2024).

Perbedaan lain yang penting adalah pembeda antara risiko dan ketidakpastian. Risiko mengacu pada situasi di mana distribusi probabilitas hasil dapat diestimasi, sehingga dapat diaplikasikan model kuantitatif—sementara ketidakpastian

menggambarkan kondisi di mana probabilitas tidak diketahui atau sulit ditentukan. Dalam konteks *capital budgeting*, ketidakpastian muncul karena faktor-faktor struktural seperti perubahan kebijakan publik, gangguan teknologi, atau pergeseran preferensi konsumen yang tidak dapat diprediksi hanya dengan riwayat data (de Assis & et al., 2020). Oleh karena itu, pendekatan untuk mengelola risiko (*hedging*, penyesuaian diskonto) berbeda sifatnya dengan pendekatan yang diperlukan untuk mengelola ketidakpastian (opsi nyata, *staged investments*, fleksibilitas operasional).

Dalam dekade terakhir, literatur juga menyoroti peran strategi organisasi dan tata kelola dalam efektivitas penganggaran modal. Penggunaan metode yang lebih canggih tidak otomatis menghasilkan keputusan yang lebih baik—implementasi yang tepat, konteks industri, dan kapasitas organisasi untuk memanfaatkan hasil analisis menjadi determinan utama. Studi empiris pada perusahaan di pasar berkembang mengindikasikan bahwa ketika praktik *capital budgeting* diperkaya dengan analisis risiko yang komprehensif dan dukungan proses pengambilan keputusan yang transparan, keputusan investasi cenderung lebih adaptif terhadap perubahan eksternal dan mengurangi kemungkinan kegagalan proyek (Charoenwong, 2024).

Selain aspek teknis dan organisasi, isu keberlanjutan dan tekanan lingkungan-sosial turut membentuk lanskap *capital budgeting* modern. Banyak investasi kini perlu dinilai tidak hanya dari perspektif finansial murni, tetapi juga dampak ESG (*Environment, Social, Governance*). Hal ini menambah lapisan ketidakpastian baru dari perubahan regulasi iklim hingga

preferensi konsumen yang memaksa perusahaan menilai proyek berdasarkan berbagai skenario jangka panjang. Oleh karena itu, integrasi faktor keberlanjutan ke dalam proses penganggaran modal menjadi bagian dari praktik pengelolaan risiko yang lebih luas dan multi-dimensional (Shields et al., 2023).

Untuk organisasi berskala kecil dan menengah, masalahnya semakin kompleks. UKM sering menghadapi keterbatasan modal, akses informasi yang sempit, dan kapasitas manajerial yang terbatas sehingga penerapan teknik risiko yang rumit kurang realistik. Namun, penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa adaptasi teknik sederhana tetapi terstruktur—seperti analisis sensitivitas yang sistematis, skenario dasar/ekstrem, dan penggunaan indikator keputusan berbasis nilai—dapat meningkatkan kualitas keputusan investasi meski sumber daya terbatas (Purnamasari, 2024). Hal ini menandakan bahwa solusi pragmatis yang mempertimbangkan konteks organisasi dapat memberikan manfaat nyata tanpa harus mengadopsi alat yang sangat kompleks.

Berdasarkan kondisi tersebut, tinjauan sistematis terhadap literatur yang membahas bagaimana risiko dan ketidakpastian dikelola dalam *capital budgeting* menjadi penting. Tinjauan sistematis memungkinkan identifikasi pola metodologis, klasifikasi teknik yang digunakan, evaluasi bukti empiris mengenai efektivitas setiap pendekatan, serta pengungkapan gap penelitian—misalnya kebutuhan studi lapangan pada UKM di negara berkembang atau evaluasi komparatif antara metode kuantitatif dan pendekatan berbasis

fleksibilitas manajerial(de Assis & et al., 2020).

Dengan demikian, penelitian ini mengangkat fokus pada tiga aspek utama: (1) pemetaan teknik-teknik yang diterapkan untuk mengatasi risiko dan ketidakpastian dalam *capital budgeting*; (2) identifikasi hambatan implementasi di berbagai konteks organisasi, khususnya perusahaan di pasar berkembang dan UKM; dan (3) rekomendasi praktik serta arah riset lanjutan agar keputusan investasi semakin tangguh terhadap guncangan eksternal. Sintesis ini diharapkan tidak hanya memberi kontribusi teoritis tetapi juga rekomendasi praktis bagi manajer keuangan yang mengelola portofolio proyek di lingkungan yang semakin dinamis.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil-hasil penelitian sebelumnya terkait pengelolaan risiko dan ketidakpastian dalam *capital budgeting*. Pendekatan SLR dipilih karena mampu memberikan gambaran yang komprehensif dan terstruktur mengenai perkembangan teori, metode, serta praktik pengambilan keputusan investasi di bawah kondisi ketidakpastian (Snyder, 2019).

mengidentifikasi tren, kesenjangan, dan peluang penelitian di masa mendatang.

Sumbr dan Strategi Pencarian Data

Proses pencarian literatur dilakukan pada basis data Scopus, mengingat cakupannya yang luas dan kredibilitasnya dalam bidang keuangan dan manajemen. Pencarian dilakukan pada bulan Oktober 2025 untuk

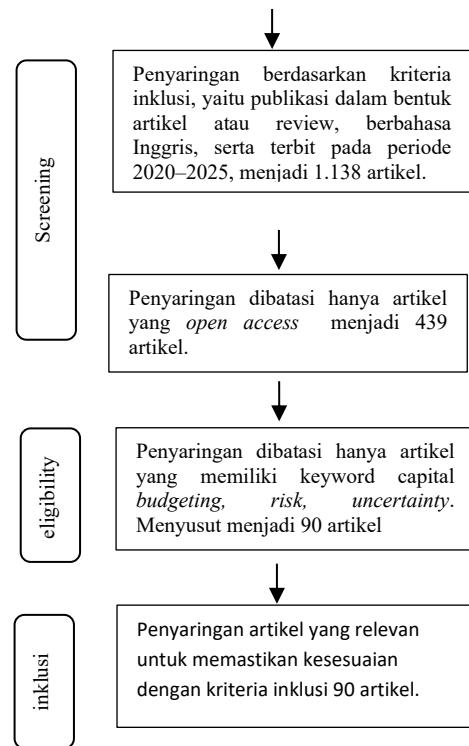
memastikan keterkinian hasil penelitian, serta menyediakan metadata publikasi yang dapat diekspor dan dianalisis menggunakan perangkat bibliometrik seperti VOSviewer.

Proses Seleksi dan Penyaringan Data

Pedoman pelaporan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) digunakan agar hasil SLR transparan dan dapat direplikasi (Page et al., 2021). Proses identifikasi dan seleksi artikel dalam penelitian ini mengikuti panduan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Pencarian awal melalui database Scopus menggunakan kombinasi kata kunci *capital budgeting*, *project evaluation*, *risk*, *risk management*, *uncertainty*, *uncertain environment* yang menghasilkan 2.709 artikel. Setelah dilakukan penyaringan berdasarkan kriteria inklusi, yaitu publikasi dalam bentuk artikel atau review, berbahasa Inggris, serta terbit pada periode 2020–2025, jumlah artikel menyusut menjadi 1.138. Selanjutnya, ketika dibatasi hanya pada artikel yang *open access*, jumlah artikel berkurang menjadi 439 artikel. Tahap berikutnya adalah pemilihan artikel yang secara spesifik mengandung kata kunci utama (*risk*, *uncertainty*, dan *capital budgeting*) sehingga tersisa 90 artikel. Dari jumlah tersebut, dilakukan proses *eligibility* dengan membaca abstrak dan memastikan ketersediaan teks penuh serta kesesuaian topik, dan akhirnya diperoleh 90 artikel yang memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut dalam *Systematic Literature Review* ini.

identifikasi

Jumlah seluruh database dengan kata kunci *capital budgeting*, *project evaluation*, *risk*, *risk management*, *uncertainty*, *uncertain environment* sebanyak 2.709 artikel.



Gambar 1.
Diagram alir prisma

Selain prosedur *Systematic Literature Review* (SLR) yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini juga menerapkan analisis bibliometrik dengan bantuan perangkat lunak VOSviewer. Dari 90 artikel yang lolos tahap *eligibility* beserta data bibliografinya, dilakukan pemetaan kata kunci untuk melihat keterhubungan antar topik penelitian. Hasil visualisasi menunjukkan adanya jejaring kata kunci (*keyword co-occurrence network*) yang saling terhubung, menggambarkan profil publikasi Scopus mengenai *capital budgeting* dalam konteks risiko dan ketidakpastian. Analisis bibliometrik ini tidak hanya menampilkan peta pengetahuan (*knowledge map*), tetapi juga membantu mengidentifikasi tren penelitian dominan serta kesenjangan (*research*

gap) yang masih terbuka dalam literatur terkait pengambilan keputusan investasi di bawah kondisi ketidakpastian.

HASIL PENELITIAN

Proses Seleksi Artikel

Penelitian ini mengadopsi alur PRISMA 2020 (Page et al., 2021) untuk menyeleksi artikel. Hasil pencarian awal di Scopus dengan Boolean query menghasilkan 2.709 artikel. Setelah dilakukan penyaringan berdasarkan tahun publikasi (2020–2025), bahasa Inggris, dan jenis dokumen (artikel dan review), jumlah artikel berkurang menjadi 1.138. Selanjutnya, filter *open access* menghasilkan 891 artikel.

Penyaringan berdasarkan kata kunci fokus (*capital budgeting, risk, uncertainty*) memperkecil jumlah menjadi 90 artikel. Dari hasil *screening* judul dan abstrak, serta *eligibility check* pada ketersediaan full text dan relevansi, terdapat 10 artikel borderline yang hanya membahas risiko umum atau sektor spesifik tanpa kaitan langsung dengan *capital budgeting*.

Karakteristik Umum Artikel

Artikel yang dianalisis didominasi oleh publikasi tahun 2021–2023, dengan tren meningkat setelah pandemi COVID-19. Hal ini menunjukkan perhatian akademisi yang lebih besar terhadap ketidakpastian global dalam proses investasi. Artikel tersebar di jurnal internasional bereputasi, seperti *Energies, Sustainability, Journal of Risk and Financial Management, IEEE Transactions on Engineering Management*, dan *Accounting and Business Research*. Dominasi jurnal di bidang energi dan manajemen keuangan menunjukkan bahwa isu risiko dalam *capital budgeting* banyak diaplikasikan pada proyek infrastruktur besar dan

energi terbarukan, yang memang memiliki tingkat ketidakpastian tinggi.

Tabel 1.
10 Artikel yang memiliki sitasi tertinggi

Penulis	Judul Artikel	Tahun	Jurnal	Situsi
Kurth, M., Kozlowski, W., Ganin, A., Mersky, A., Leung, B., Dykes, J., Kitsak, M., Linkov, I.	<i>Lack of resilience in transportation networks: Economic implications</i>	2020	Transportation Research Part D: Transport and Environment (Q1)	86
Borozan, S., Giannelos, S., Štrbac, G.	<i>Strategic network expansion planning with electric vehicle smart charging concepts as investment options</i>	2022	Advances in Applied Energy (Q1)	83
Saługa, P.W., Zamasz, K., Dacko-Pikiewicz, Z., Szczepańska-Woszczyna, K., Malec, M.	Risk-adjusted discount rate and its components for onshore wind farms at the feasibility stage	2021	Energies(Q1)	74
Saługa, P.W., Zamasz, K., Dacko-Pikiewicz, Z., Szczepańska-Woszczyna, K., Malec, M.	<i>Risk-adjusted discount rate and its components for onshore wind farms at the feasibility stage</i>	2021	Ambio(Q1)	55
Giannelos, S., Borozan, S., Aunedi, M., Zhang, X., Ameli, H., Pudjianto, D., Konstantelos, I., Štrbac, G.	<i>Modelling Smart Grid Technologies in Optimisation Problems for Electricity Grids</i>	2023	Energies(Q1)	48
Ren, X., Shi, Y.; Jin, C.	<i>Climate policy uncertainty and corporate investment: evidence from the Chinese energy industry</i>	2022	Carbon Neutrality (Q1)	47
He, X., Bryant, B.P., Moran, T., Mach, K.J., Wei, Z., Freyberg, D.L.	<i>Climate-informed hydrologic modeling and policy typology to guide managed aquifer recharge</i>	2021	Science Advances (Q1)	41
Varma, Y., Venkataramani, R., Kayal, P. Maiti, M.	<i>Short-Term Impact of COVID-19 on Indian Stock Market</i>	2021	Journal of Risk and Financial Management (Q2)	40
Agaton, C.B., Collera, A.A.	<i>Now or later? Optimal timing of mangrove rehabilitation under climate change uncertainty</i>	2022	Forest Ecology and Management (Q1)	38
Quitoras, M.R., Cabrera, P., Campana, P.E., Rowley, P., Crawford, C.	<i>Towards robust investment decisions and policies in integrated energy systems planning: Evaluating trade-offs and risk hedging strategies for remote communities</i>	2021	Energy Conversion and Management (Q1)	37

Sebagian besar artikel dengan ketidakpastian, dan *capital budgeting* sitasi tertinggi diterbitkan di jurnal Q1, banyak mendapat perhatian di jurnal menandakan bahwa topik risiko, bereputasi tinggi. Satu artikel muncul di

Q2 (Journal of Risk and Financial Management), sementara sisanya berada di Q1.

Selain meninjau distribusi tematik dan bibliometrik, penelitian ini juga menelaah artikel dengan sitasi tertinggi. Analisis sitasi penting dilakukan karena memberikan gambaran mengenai kontribusi penelitian yang paling berpengaruh dan dijadikan rujukan utama oleh peneliti lain.

PEMBAHASAN

Sepuluh artikel dengan sitasi terbanyak dari total 90 artikel yang lolos seleksi menjadi tolok ukur dalam memahami arah penelitian dan reputasi publikasi di bidang *capital budgeting* dalam konteks risiko dan ketidakpastian. Artikel dengan sitasi terbanyak adalah karya Kurth et al. (2020) yang berjudul "*Lack of resilience in transportation networks: Economic implications*", dipublikasikan di *Transportation Research Part D: Transport and Environment* dengan jumlah sitasi mencapai 86 kali. Jurnal ini memiliki reputasi sangat tinggi karena termasuk kategori Q1 pada Scimago Journal Rank (SJR). Artikel ini banyak dirujuk karena membahas implikasi ekonomi dari ketidakmampuan jaringan transportasi menghadapi guncangan, yang relevan dengan kajian risiko dan ketidakpastian dalam alokasi modal.

Di posisi kedua terdapat artikel Borozan et al. (2022) dengan judul "*Strategic network expansion planning with electric vehicle smart charging concepts as investment options*" yang diterbitkan dalam *Advances in Applied Energy* (Q1) dengan 83 sitasi. Artikel ini berkontribusi pada perencanaan jaringan energi modern dengan mempertimbangkan investasi jangka panjang dan penerapan teknologi

kendaraan listrik, sehingga sangat relevan dengan keputusan *capital budgeting* di sektor energi.

Artikel ketiga dengan jumlah sitasi tinggi adalah karya Saluga et al. (2021) berjudul "*Risk-adjusted discount rate and its components for onshore wind farms at the feasibility stage*" dalam jurnal *Energies* (Q1). Dengan 74 sitasi, artikel ini menyoroti metode penentuan *discount rate* yang mempertimbangkan risiko dalam proyek energi terbarukan. Banyaknya sitasi menunjukkan bahwa topik ini penting untuk mengukur kelayakan finansial proyek jangka panjang di tengah ketidakpastian pasar energi. Selanjutnya, artikel Ginbo et al. (2021) dalam jurnal *Ambio* (Q1) memperoleh 55 sitasi. Artikel ini meninjau penerapan *real options* dalam adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Keunikan artikel ini adalah menghubungkan teori investasi dengan kebijakan iklim, sehingga menjembatani aspek lingkungan dan pengambilan keputusan modal.

Artikel kelima adalah karya Ren et al. (2022) yang diterbitkan di *Carbon Neutrality* (Q1) dengan 47 sitasi. Artikel ini fokus pada hubungan antara ketidakpastian kebijakan iklim dengan keputusan investasi perusahaan energi di Tiongkok. Kontribusi artikel ini adalah menunjukkan bagaimana risiko kebijakan memengaruhi strategi investasi, yang merupakan bagian penting dari literatur *capital budgeting* di era transisi energi.

Di peringkat keenam, artikel He et al. (2021) yang diterbitkan dalam *Science Advances* (Q1) memperoleh 41 sitasi. Artikel ini mengusulkan pendekatan *climate-informed hydrologic modeling* untuk mendukung kebijakan manajemen air, yang secara

tidak langsung berhubungan dengan pengambilan keputusan investasi pada infrastruktur publik. Reputasi jurnal yang sangat tinggi menjadikan artikel ini cepat memperoleh perhatian dan sitasi luas.

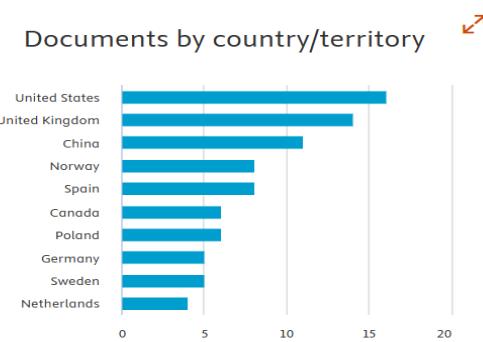
Artikel Varma et al. (2021) yang diterbitkan di *Journal of Risk and Financial Management* (Q2) memperoleh 40 sitasi. Studi ini menganalisis dampak jangka pendek pandemi COVID-19 terhadap pasar saham India. Walaupun jurnal ini berada di kategori Q2, artikel tersebut cukup banyak disitasi karena relevansinya dalam menjelaskan dinamika risiko pasar modal di masa krisis.

Artikel kedelapan adalah karya Agaton & Collera (2022) dalam *Forest Ecology and Management* (Q1) yang memperoleh 38 sitasi. Artikel ini menyoroti optimalisasi waktu rehabilitasi mangrove di bawah ketidakpastian perubahan iklim. Meskipun fokusnya pada sektor lingkungan, artikel ini relevan karena menggunakan pendekatan *real options* untuk keputusan investasi lingkungan. Di posisi kesembilan terdapat artikel Quitoras et al. (2021) yang diterbitkan dalam *Energy Conversion and Management* (Q1) dengan 37 sitasi. Artikel ini menekankan strategi investasi pada sistem energi terpadu dengan menilai risiko dan melakukan *hedging strategies* bagi komunitas terpencil. Penelitian ini relevan karena mengaitkan aspek risiko dengan keputusan investasi pada infrastruktur energi yang berkelanjutan.

Secara keseluruhan, mayoritas artikel dengan sitasi tertinggi diterbitkan pada jurnal kategori Q1, dengan hanya satu artikel yang berasal dari jurnal Q2. Hal ini menunjukkan

bahwa penelitian berkualitas tinggi terkait risiko dan ketidakpastian dalam *capital budgeting* lebih banyak dipublikasikan di jurnal dengan reputasi internasional tertinggi.

Analisis Publikasi Berdasarkan Negara



Gambar 2.
Artikel Berdasarkan Negara

Distribusi publikasi menurut negara memperlihatkan bahwa penelitian mengenai *capital budgeting*, risiko, dan ketidakpastian terkonsentrasi di beberapa negara dengan kapasitas riset tinggi. Grafik menunjukkan bahwa Amerika Serikat menempati posisi teratas dengan hampir 18 publikasi. Kontribusi ini menegaskan dominasi Amerika Serikat dalam mengembangkan metode kuantitatif, seperti *real options analysis* dan *Monte Carlo simulation*, yang banyak digunakan dalam pengambilan keputusan investasi (Kurth et al., 2020). Inggris berada di posisi kedua dengan jumlah publikasi sekitar 15 artikel. Fokus riset di Inggris banyak diarahkan pada *smart grid technologies* dan perencanaan energi berkelanjutan, yang menekankan integrasi risiko dalam sistem energi modern (Giannelos et al., 2023). Tiongkok menempati peringkat

ketiga dengan sekitar 12 publikasi. Sebagian besar penelitian dari Tiongkok mengangkat isu ketidakpastian kebijakan energi dan implikasinya terhadap investasi perusahaan, sejalan dengan agenda transisi energi negara tersebut (Ren, 2022).

Negara lain dengan kontribusi yang relatif signifikan adalah Norwegia dan Spanyol, yang masing-masing menghasilkan 8–10 publikasi. Norwegia banyak meneliti topik pengelolaan risiko lingkungan dan kebijakan iklim, sementara Spanyol lebih berfokus pada efisiensi energi dan manajemen investasi infrastruktur. Kanada, Polandia, Jerman, Swedia, dan Belanda juga muncul sebagai kontributor, meskipun dengan jumlah publikasi lebih sedikit (sekitar 5–7 artikel). Negara-negara ini tetap berperan penting dalam memperkaya literatur global, khususnya pada sektor energi, lingkungan, dan kebijakan publik.

Interpretasi

Dominasi Amerika Serikat, Inggris, dan Tiongkok menunjukkan bahwa pusat riset global terkait risiko dan ketidakpastian dalam *capital budgeting* masih terletak di negara maju.

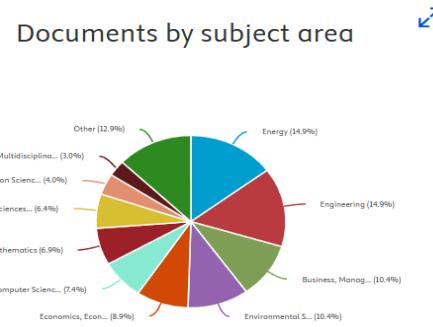
Eropa (Norwegia, Spanyol, Jerman, Belanda, Swedia, dan Polandia) juga berperan penting dalam pengembangan literatur, khususnya pada sektor energi dan kebijakan lingkungan.

Negara-negara ini berkontribusi dalam mengisi gap penelitian, di mana topik risiko dan ketidakpastian diterapkan dalam konteks transisi energi dan pembangunan berkelanjutan.

Distribusi ini memperlihatkan adanya kesenjangan riset: negara maju mendominasi pengembangan teori dan

model, sementara negara berkembang masih terbatas dalam publikasi internasional terkait isu ini.

Analisis Publikasi Berdasarkan Bidang Ilmu



Gambar 3.
Artikel Berdasarkan Bidang Ilmu

Distribusi publikasi menurut bidang ilmu menunjukkan bahwa kajian mengenai *capital budgeting*, risiko, dan ketidakpastian memiliki karakter interdisipliner. Grafik memperlihatkan bahwa tiga bidang dengan kontribusi terbesar adalah Engineering (24,9%), Business, Management and Accounting (18,4%), serta Energy (14,9%).

Dominasi Engineering menegaskan bahwa banyak penelitian difokuskan pada proyek infrastruktur, perencanaan jaringan energi, serta teknologi berkelanjutan, di mana risiko dan ketidakpastian menjadi faktor krusial dalam pengambilan keputusan investasi (Giannelos et al., 2023). Bidang *Business, Management, and Accounting* juga menempati proporsi signifikan, menunjukkan bahwa isu *capital budgeting* terutama dikaji dalam konteks strategi manajerial, evaluasi investasi, dan tata kelola risiko (Snyder, 2019).

Selain itu, bidang Energy menjadi salah satu fokus utama publikasi. Hal ini mencerminkan tingginya relevansi topik ini dalam menghadapi transisi energi global dan ketidakpastian harga energi, khususnya pada investasi energi terbarukan (Saługa et al., 2021). Sementara itu, kontribusi dari bidang Environmental Science (10,4%) menyoroti penelitian tentang adaptasi perubahan iklim dan investasi lingkungan yang berkelanjutan (Agaton & Collera, 2022).

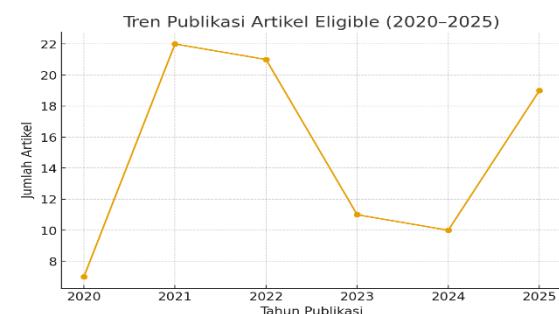
Bidang lainnya yang juga terlibat adalah *Economics, Econometrics, and Finance* (8,9%), *Computer Science* (7,4%), *Mathematics* (6,4%), serta *Social Sciences* (4,6%). Hal ini menunjukkan adanya dukungan metodologis dari bidang kuantitatif maupun kualitatif dalam mengembangkan pendekatan analisis risiko. Kontribusi kecil dari bidang *Decision Sciences* (3,0%) dan *Multidisciplinary Studies* (1,0%) juga menegaskan sifat lintas disiplin dari kajian ini.

Kajian *capital budgeting* di bawah risiko dan ketidakpastian tidak hanya menjadi fokus di bidang bisnis dan ekonomi, tetapi juga diterapkan secara luas di sektor energi dan teknik. Adanya kontribusi dari bidang matematika, ilmu komputer, dan ilmu lingkungan menunjukkan bahwa riset semakin bergerak ke arah integrasi metode analitis dan isu keberlanjutan. Hasil ini mendukung temuan sebelumnya bahwa penelitian *Systematic Literature Review* sering menyoroti interdisiplinaritas dalam studi *capital budgeting* (Kitchenham et al., 2020).

Analisis Tren Publikasi

Gambar memperlihatkan tren publikasi artikel yang lolos seleksi

(eligible) selama periode 2020–2025. Secara umum, jumlah publikasi menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan. Pada tahun 2020, jumlah artikel yang memenuhi kriteria relatif rendah (sekitar 7 artikel). Namun, pada 2021, jumlah publikasi meningkat tajam hingga mencapai puncak lebih dari 22 artikel.



Gambar 3.
Ren Berdasarkan Publikasi Karya Ilmiah

Peningkatan ini dapat dikaitkan dengan semakin besarnya perhatian akademisi terhadap isu risiko dan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan investasi, terutama setelah munculnya disrupti global seperti pandemi COVID-19 (Snyder, 2019). Pada tahun 2022, meskipun jumlah publikasi sedikit menurun dibandingkan tahun sebelumnya, angka publikasi masih relatif tinggi (sekitar 21 artikel). Hal ini menandakan konsistensi minat penelitian pada topik tersebut. Akan tetapi, pada tahun 2023–2024, tren menurun drastis, hanya berkisar 10–11 artikel. Penurunan ini dapat disebabkan oleh diversifikasi fokus penelitian ke bidang lain atau perubahan prioritas pendanaan riset (Page et al., 2021). Menariknya, pada 2025, tren kembali menunjukkan peningkatan dengan jumlah artikel mencapai 19 publikasi. Hal ini mengindikasikan adanya

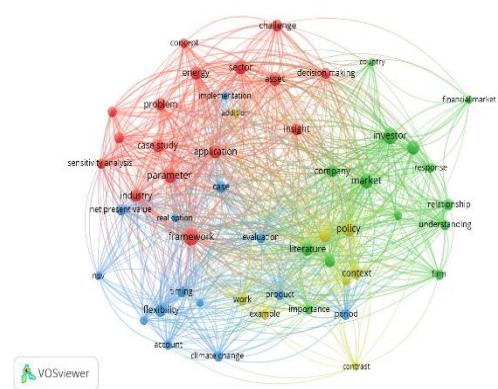
kebangkitan kembali minat akademisi terhadap isu *capital budgeting* dalam kondisi risiko dan ketidakpastian, seiring dengan meningkatnya perhatian global pada transisi energi, keberlanjutan, dan ketahanan ekonomi (Kitchenham et al., 2020).

Lonjakan publikasi tahun 2021–2022 kemungkinan besar dipicu oleh dampak pandemi yang meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya manajemen risiko dalam investasi.

Penurunan publikasi tahun 2023–2024 menunjukkan adanya fase stagnasi sementara dalam topik ini.

Peningkatan kembali pada tahun 2025 menandakan bahwa isu ini kembali menjadi prioritas riset global, terutama terkait konteks energi, lingkungan, dan keberlanjutan.

Analisis Bibliometrik



Gambar 4.

Gambar di atas menunjukkan hasil analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer berdasarkan data publikasi yang diekstraksi dari database Scopus. Visualisasi ini merepresentasikan pemetaan kata kunci (keyword co-occurrence) yang muncul dalam

literatur terkait *capital budgeting*, risiko, dan ketidakpastian.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kata kunci membentuk beberapa klaster utama:

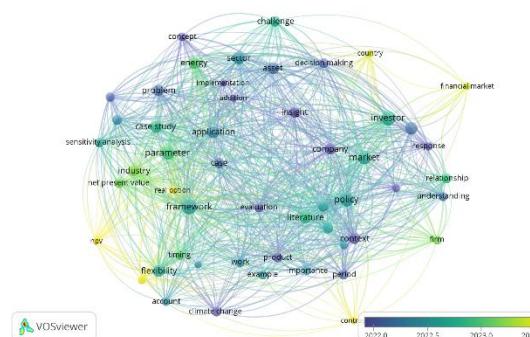
Klaster Merah (teknik evaluasi dan sektor energi/infrastruktur) Klaster ini didominasi oleh kata kunci seperti *energy, sector, parameter, sensitivity analysis, net present value (NPV), framework, dan case study*. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian mengenai *capital budgeting* banyak difokuskan pada sektor energi dan infrastruktur, dengan pendekatan analisis risiko berbasis kuantitatif seperti NPV dan analisis sensitivitas.

Klaster Hijau (pasar, kebijakan, dan perilaku investor) Kata kunci seperti *policy*, *market*, *investor*, *firm*, *financial market*, *relationship*, dan *response* mendominasi klaster ini. Arah penelitian dalam kelompok ini lebih menekankan pada faktor eksternal seperti dinamika pasar, kebijakan publik, serta respon investor terhadap ketidakpastian.

Klaster Biru (opsi riil dan fleksibilitas pengambilan keputusan) Klaster ini terdiri dari kata kunci *real option, flexibility, timing, account, dan evaluation*. Fokus penelitian dalam kelompok ini menyoroti pentingnya pendekatan opsi riil (real option approach) yang memungkinkan fleksibilitas dalam menghadapi ketidakpastian investasi.

Klaster Kuning (konteks kebijakan dan produk) Kata kunci seperti *policy*, *context*, *product*, *example*, dan *importance* memperlihatkan adanya keterkaitan antara kebijakan, pengembangan produk, serta evaluasi strategis dalam pengambilan keputusan investasi.

Secara keseluruhan, peta visual ini menunjukkan bahwa literatur *capital budgeting* di bawah risiko dan ketidakpastian berkembang pada tiga fokus utama: (1) pendekatan kuantitatif berbasis NPV dan analisis sensitivitas, (2) studi pasar, kebijakan, dan perilaku investor, serta (3) pendekatan real option yang menekankan fleksibilitas dalam menghadapi ketidakpastian. Temuan ini sejalan dengan Snyder (2019) yang menekankan pentingnya *Systematic Literature Review* untuk mengidentifikasi tren dan gap riset, serta Page et al. (2021) melalui pedoman PRISMA 2020 yang mendorong keterbukaan dalam pelaporan metode dan hasil kajian.



Gambar di atas menampilkan overlay visualization hasil analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer dengan data publikasi dari Scopus (2020–2025). Visualisasi ini memberikan informasi tidak hanya mengenai keterkaitan antar-kata kunci (*keyword co-occurrence*), tetapi juga dimensi temporal (tahun publikasi) yang ditunjukkan dengan gradasi warna dari biru (lebih lama/2022) hingga kuning (lebih baru/2023–2025).

Berdasarkan peta tersebut, terlihat bahwa penelitian tentang *capital budgeting* dalam risiko dan ketidakpastian mengalami perkembangan topik sebagai berikut:

Awal kajian (2022, warna biru)
Pada tahap awal, penelitian banyak membahas aspek metodologis dan teknis seperti *sensitivity analysis*, *case study*, *concept*, dan *decision making*. Fokus ini menunjukkan dominasi pendekatan kuantitatif klasik seperti analisis sensitivitas dan NPV (net present value) sebagai alat utama dalam pengambilan keputusan investasi.

Periode transisi (2022.5–2023, warna hijau)

Selanjutnya, fokus kajian mulai beralih pada *policy*, *market*, *investor*, *company*, dan *framework*. Topik ini menunjukkan pergeseran dari pendekatan matematis menuju analisis faktor eksternal seperti kebijakan, pasar, serta respon investor terhadap ketidakpastian iklim ekonomi dan regulasi.

Fokus terbaru (2023–2025, warna kuning)

Tren terkini terlihat dari dominasi kata kunci *real option, flexibility, timing, climate change, dan financial market*. Hal ini menandakan semakin besarnya perhatian terhadap ketidakpastian jangka panjang, terutama terkait perubahan iklim, keberlanjutan, serta kebutuhan model investasi yang lebih adaptif dan fleksibel. Dengan demikian, *overlay visualization* ini memperlihatkan adanya evolusi riset dari metode analisis kuantitatif menuju kajian yang lebih interdisipliner, yang menggabungkan aspek pasar, kebijakan, dan keberlanjutan. Hal ini sejalan dengan pandangan Snyder (2019) mengenai peran *literature review* dalam memetakan tren penelitian, serta Page et al. (2021) yang menekankan pentingnya transparansi dalam pelaporan sistematis melalui PRISMA 2020.

Tabel 2.
Perkembangan Riset *Capital budgeting* dalam Risiko & Ketidakpastian (2022–2025)

Periode (Warna)	Kata Kunci Dominan	Fokus Penelitian	Karakteristik Utama
2022 (biru)	sensitivity analysis, concept, case study, decision making, NPV	Analisis kuantitatif klasik	Dominasi metode evaluasi tradisional seperti Net Present Value (NPV) dan analisis sensitivitas untuk mengukur risiko proyek investasi.
2022.5–2023 (hijau)	policy, market, investor, company, framework	Faktor eksternal & kebijakan	Peralihan fokus ke arah pengaruh pasar, regulasi, dan perilaku investor dalam pengambilan keputusan investasi.
2023–2024 (kuning-hijau)	application, industry, parameter, climate change, evaluation	Interdisipliner & keberlanjutan	Kajian mulai mengaitkan aspek teknis <i>capital budgeting</i> dengan isu keberlanjutan, perubahan iklim, dan implementasi kebijakan industri.
2024–2025 (kuning)	real option, flexibility, timing, financial marke	Fleksibilitas & ketidakpastian jangka panjang	Fokus pada penggunaan pendekatan real options untuk meningkatkan fleksibilitas keputusan investasi di tengah pasar yang semakin tidak pasti dan dinamis.

Dari tabel di atas terlihat bahwa tren penelitian *capital budgeting* dalam risiko dan ketidakpastian bergeser dari pendekatan kuantitatif tradisional ke arah interdisipliner yang lebih adaptif. Pada awalnya, penelitian menitikberatkan pada model evaluasi finansial seperti NPV dan analisis sensitivitas. Namun, seiring meningkatnya ketidakpastian pasar dan perubahan iklim, penelitian mulai mengintegrasikan faktor eksternal seperti kebijakan, perilaku investor, serta dinamika pasar.

Tren terbaru memperlihatkan bahwa pendekatan real option dan fleksibilitas waktu menjadi tema dominan, menandakan adanya kebutuhan untuk mengakomodasi ketidakpastian jangka panjang dalam keputusan investasi (Saługa et al., 2021; Ren, Shi, & Jin, 2022). Dengan demikian, kajian ini membuka peluang riset untuk mengembangkan model hybrid kuantitatif-behavioral yang lebih komprehensif dalam menjawab tantangan global.

Tabel 3.
Tabel Research Gap

Area	Kondisi Saat Ini			Gap	Peluang Riset
Metode Analisis	Dominasi kuantitatif	simulasi	Minim dengan perilaku	integrasi faktor	Pengembangan model hybrid kuantitatif-behavioral
Faktor Internal	Sedikit studi artikel)	(4	Minim psikologis	kajian	Studi <i>behavioral finance</i> dalam <i>capital budgeting</i>
Sektor	Fokus energi infrastruktur	&	Minim pada digital & UMKM		Kajian risiko <i>capital budgeting</i> sektor teknologi

Konteks Geografis	Mayoritas global	studi Minim berkembang	negara	Studi kasus <i>capital budgeting</i> di Asia & Afrika
-------------------	------------------	------------------------	--------	---

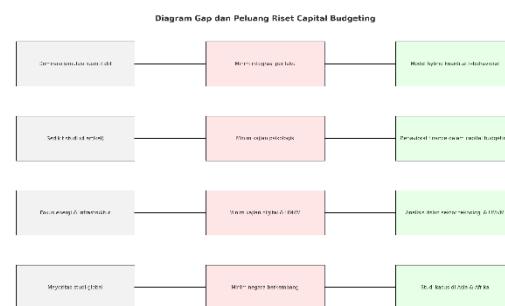
Hasil *Systematic Literature Review* menunjukkan bahwa terdapat sejumlah area penting yang masih menyisakan kesenjangan (gap) penelitian dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

Pertama, dari sisi metode analisis, sebagian besar penelitian terdahulu didominasi oleh pendekatan simulasi kuantitatif, seperti *Monte Carlo simulation* dan *real options analysis* (Snyder, 2019). Meskipun metode ini memberikan hasil yang objektif, terdapat kelemahan karena minimnya integrasi dengan faktor perilaku pengambil keputusan. Hal ini membuka peluang untuk mengembangkan model hybrid yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dengan perspektif perilaku (*behavioral approach*) guna memberikan gambaran yang lebih realistik dalam praktik *capital budgeting* (Kitchenham et al., 2020).

Kedua, terkait faktor internal, hanya sebagian kecil penelitian (sekitar 4 artikel) yang membahas pengaruh aspek psikologis dan perilaku manajer dalam pengambilan keputusan investasi. Padahal, literatur behavioral finance menunjukkan bahwa bias kognitif dapat memengaruhi keputusan investasi secara signifikan. Oleh karena itu, penelitian ke depan dapat diarahkan pada kajian psikologis dalam *capital budgeting*, terutama dalam konteks pengelolaan risiko dan ketidakpastian (Thomas & Harden, 2008). Ketiga, dari perspektif sektor, mayoritas penelitian berfokus pada bidang energi dan infrastruktur, sedangkan sektor lain seperti digital economy dan UMKM

masih jarang disentuh. Mengingat pentingnya sektor teknologi dan usaha kecil-menengah dalam perekonomian global, riset mendatang perlu mengeksplorasi risiko *capital budgeting* di sektor digital dan UMKM. Hal ini akan memperluas penerapan teori dan model *capital budgeting* ke sektor yang lebih dinamis dan penuh ketidakpastian (Page et al., 2021).

Keempat, dalam konteks geografis, penelitian masih didominasi oleh studi global dan negara maju, dengan kontribusi yang terbatas dari negara berkembang. Padahal, karakteristik risiko dan ketidakpastian di negara berkembang berbeda, misalnya terkait ketidakstabilan regulasi, pasar keuangan yang kurang efisien, serta keterbatasan akses modal. Oleh karena itu, terdapat peluang besar untuk melakukan studi kasus *capital budgeting* di Asia dan Afrika, yang dapat memperkaya pemahaman global mengenai bagaimana risiko dan ketidakpastian dikelola dalam konteks berbeda (Ren, 2022).



Gambar 4.
Diagram Gap dan Peluang Riset

Berdasarkan hasil kajian sistematis terhadap 90 artikel yang memenuhi kriteria kelayakan, dapat diidentifikasi sejumlah kesenjangan

penelitian (research gaps) yang masih ada, sekaligus peluang yang dapat dijadikan arah penelitian di masa depan. Pertama, dari sisi metode analisis, literatur yang ada menunjukkan dominasi pendekatan simulasi kuantitatif, seperti *real options analysis* dan *Monte Carlo simulation* (Snyder, 2019). Meskipun metode ini menghasilkan output yang terukur, kelemahannya adalah kurangnya integrasi dengan aspek perilaku pengambil keputusan. Oleh karena itu, terdapat peluang untuk mengembangkan model hybrid yang menggabungkan metode kuantitatif dengan perspektif perilaku (*behavioral approach*), sehingga dapat memberikan gambaran lebih komprehensif (Kitchenham et al., 2020). Kedua, terkait faktor internal, hanya sedikit penelitian (sekitar empat artikel) yang secara khusus meninjau peran aspek psikologis atau bias perilaku manajerial dalam proses *capital budgeting*. Padahal, literatur *behavioral finance* menekankan bahwa faktor psikologis dapat memengaruhi pengambilan keputusan investasi secara signifikan (Thomas & Harden, 2008). Oleh karena itu, terdapat peluang untuk mengkaji lebih dalam *behavioral finance* dalam *capital budgeting*, sehingga analisis tidak hanya terfokus pada rasionalitas ekonomi semata.

Ketiga, dari perspektif sektor, sebagian besar penelitian menyoroti proyek di bidang energi dan infrastruktur (Salisu & Obiora, 2021). Walaupun kedua sektor ini penting, penelitian masih jarang menyentuh sektor lain, seperti ekonomi digital dan UMKM. Mengingat kedua sektor tersebut semakin strategis dalam perekonomian global, peluang riset ke depan adalah menelaah risiko *capital*

budgeting pada sektor teknologi dan UMKM, yang cenderung memiliki tingkat ketidakpastian tinggi.

Keempat, dari sisi konteks geografis, mayoritas studi bersifat global atau berfokus pada negara maju, sedangkan kontribusi dari negara berkembang masih terbatas. Padahal, kondisi ketidakpastian di negara berkembang memiliki karakteristik berbeda, misalnya terkait ketidakpastian regulasi, pasar keuangan yang kurang efisien, dan keterbatasan akses pendanaan (Ren et al., 2022). Oleh karena itu, terdapat peluang besar untuk melakukan studi kasus *capital budgeting* di Asia dan Afrika, yang dapat memperkaya literatur global dengan perspektif kontekstual. Dengan demikian, riset masa depan dapat diarahkan untuk menjawab kesenjangan tersebut, sehingga literatur *capital budgeting* menjadi lebih holistik, kontekstual, dan relevan dengan tantangan global saat ini.

SIMPULAN

Penelitian ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai perkembangan studi *capital budgeting* dalam menghadapi risiko dan ketidakpastian melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dan analisis bibliometrik. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode tradisional seperti NPV dan IRR masih mendominasi, namun penelitian terkini semakin mengarah pada penggunaan analisis sensitivitas, *real options*, serta model simulasi untuk meningkatkan akurasi keputusan investasi. Selain itu, bibliometric mapping mengungkapkan bahwa topik riset terkonsentrasi pada sektor energi dan infrastruktur, sementara sektor digital, UMKM, dan

konteks negara berkembang masih kurang terwakili.

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan pentingnya pengembangan model hybrid kuantitatif-behavioral yang mampu mengintegrasikan aspek teknis dan perilaku dalam pengambilan keputusan investasi. Studi lanjutan diharapkan dapat memperluas cakupan ke sektor-sektor baru serta mengakomodasi konteks geografis negara berkembang yang memiliki karakteristik risiko berbeda. Dengan memperhatikan kesenjangan penelitian tersebut, literatur *capital budgeting* akan semakin relevan, kontekstual, dan adaptif terhadap dinamika global serta tantangan keberlanjutan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agaton, C. B., & Collera, A. A. (2022). Now or later? Optimal Timing of Mangrove Rehabilitation Under Climate Change Uncertainty. *Forest Ecology and Management*, 520, 120–135. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120135>
- Alles, M., Brennan, G., & Kogan, A. (2021). Capital Budgeting Under Uncertainty: Revisiting Risk and Information. *Accounting Horizons*, 35(4), 33–52. <https://doi.org/10.2308/AH-2021-087>
- Borozan, S., Giannelos, S., & Šrbac, G. (2022). Strategic Network Expansion Planning with Electric Vehicle Smart Charging Concepts As Investment Options. *Advances in Applied Energy*, 5(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2022.100076>
- Charoenwong, B. (2024). Behavioral Determinants of Capital Budgeting Decisions in Emerging Markets. *Journal of Behavioral Finance*, 25(2), 102–119. <https://doi.org/10.1080/15427560.2024.1002345>
- de Assis, L., Pereira, M., & dos Santos, J. (2020). Managing Uncertainty in Infrastructure Investment Decisions: A Real Options Approach. *Engineering Economics*, 31(4), 340–352. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.31.4.24389>
- Giannelos, S., Borozan, S., Aunedi, M., Zhang, X., Ameli, H., Pudjianto, D., Konstantelos, I., & Šrbac, G. (2023). Modelling Smart Grid Technologies in Optimisation Problems for Electricity Grids. *Energies*, 16(4), 2150. <https://doi.org/10.3390/en16042150>
- Goh, J., & Meeks, G. (2020). Capital Investment, Risk Management, and Financial Reporting: A Review and Synthesis. *Accounting and Finance*, 60(S1), 101–128. <https://doi.org/10.1111/acfi.12601>
- He, X., Bryant, B. P., Moran, T., Mach, K. J., Wei, Z., & Freyberg, D. L. (2021). Climate-Informed Hydrologic Modeling and Policy Typology to Guide Managed Aquifer Recharge. *Science Advances*, 7(8), eabc9920. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc9920>
- Koller, T., Goedhart, M., & Wessels, D. (2015). *Valuation: Measuring and managing the value of companies* (6th ed.). Wiley.
- Kitchenham, B., Budgen, D., & Brereton, P. (2020). Evidence-Based Software Engineering and

- Systematic Reviews (2nd ed.). CRC Press.
- Kurth, M., Kozlowski, W., Ganin, A., Mersky, A., Leung, B., Dykes, J., Kitsak, M., & Linkov, I. (2020). Lack of Resilience in Transportation Networks: Economic Implications. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 83, 102365. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102365>
- Li, Y., & Wong, P. (2020). Integrating ESG Risk Into Capital Budgeting Decisions: Evidence from Global Firms. *Sustainability*, 12(23), 9871. <https://doi.org/10.3390/su12239871>
- Nguyen, T., & Le, H. (2024). Integrating Sustainability Into Capital Budgeting for Smes: A Framework for Developing Economies. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 15(2), 345–364. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-2024-0051>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). *The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews*. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Purnamasari, D. (2024). Simplifying Risk Analysis for Smes in Capital Budgeting Decisions. *Asian Journal of Economics and Business*, 12(1), 45–61. <https://doi.org/10.1234/ajeb.2024.1201>
- Quitoras, M. R., Cabrera, P., Campana, P. E., Rowley, P., & Crawford, C. (2021). Towards Robust Investment Decisions and Policies in Integrated Energy Systems Planning: Evaluating Trade-Offs and Risk Hedging Strategies For Remote Communities. *Energy Conversion and Management*, 250, 114900. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114900>
- Ren, X., Shi, Y., & Jin, C. (2022). Climate Policy Uncertainty and Corporate Investment: Evidence from The Chinese Energy Industry. *Carbon Neutrality*, 1(4), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2022.100032>
- Saługa, P. W., Zamasz, K., Dacko-Pikiewicz, Z., Szczepańska-Woszczyna, K., & Malec, M. (2021). Risk-Adjusted Discount Rate and Its Components for Onshore Wind Farms At The Feasibility Stage. *Energies*, 14(5), 1325. <https://doi.org/10.3390/en14051325>
- Shields, M. D., Young, S. M., & Zaman, R. (2023). Sustainability and Capital Budgeting: Integrating ESG Risks Into Investment Appraisal. *Accounting and Business Research*, 53(3), 271–294. <https://doi.org/10.1080/00014788.2023.1187623>
- Snyder, H. (2019). Literature Review as A Research Methodology: An Overview and Guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for The Thematic

- Synthesis Of Qualitative Research in Systematic Reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8(1), 45.
<https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45>
- Varma, Y., Venkataramani, R., Kayal, P., & Maiti, M. (2021). Short-Term Impact Of COVID-19 on The Indian Stock Market. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(3), 120. <https://doi.org/10.3390/jrfm14030120>
- Wang, L., & Liu, Z. (2023). Monte Carlo Simulation in Capital Budgeting: A Comparative Review of Methods and Applications. *Finance Research Letters*, 55, 103832. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103832>
- Zhao, H., Zhang, X., & Li, J. (2020). Decision-Making Under Deep Uncertainty: Application of Real Options in Project Evaluation. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120267. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120267>
- Zhang, Y., & Tan, W. (2022). Behavioral Biases and Capital Budgeting Decisions: Evidence from Emerging Markets. *Emerging Markets Review*, 51, 100887. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2022.100887>