

## MEMBANGUN INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN: KONTRIBUSI INSINYUR SIPIL UNTUK MASA DEPAN

*(Building Sustainable Infrastructure: The Contribution of Civil Engineers to the Future)*

**Martuama Saragi\***

Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Sriwijaya

Email: [martuamasaragih@yahoo.com](mailto:martuamasaragih@yahoo.com)

**ABSTRAK:** Infrastruktur berkelanjutan telah menjadi fokus utama dalam pembangunan ke depan. Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi kontribusi Insinyur Sipil dalam membangun infrastruktur yang berkelanjutan. Pendekatan yang digunakan dalam artikel ini adalah kajian literatur, yang mencakup definisi infrastruktur berkelanjutan, peran Insinyur Sipil, serta tantangan dan kendala yang dihadapi. Metodologi penulisan melibatkan analisis data yang dikumpulkan dari berbagai sumber informasi yang relevan. Hasil temuan menunjukkan bahwa Insinyur Sipil memainkan peran penting dalam membangun infrastruktur berkelanjutan melalui desain dan rekayasa yang mempertimbangkan penggunaan infrastruktur hijau, ekonomi, investasi infrastruktur berkualitas yang ramah lingkungan, dan pengelolaan sumber daya dan pengurangan limbah. Namun, ada tantangan teknis, sosial, ekonomi, dan politik yang dihadapi oleh Insinyur Sipil dalam pembangunan infrastruktur berkelanjutan. Namun demikian, ada banyak peluang untuk inovasi dan kolaborasi. Kesimpulannya, peran Insinyur Sipil sangat vital dalam membangun infrastruktur yang berkelanjutan, dan diperlukan upaya kolaboratif untuk mengatasi tantangan yang ada.

**Kata Kunci:** Berkelanjutan, Insinyur Sipil, Infrastruktur Hijau, *Circular Economy*, Investasi.

**ABSTRACT:** *Sustainable infrastructure has become the main focus of future development. This article aims to explore the contribution of Civil Engineers in building sustainable infrastructure. The approach used in this article is a literature review, which includes the definition of sustainable infrastructure, the role of Civil Engineers, and the challenges and constraints faced. The writing methodology involves analyzing data collected from various relevant sources of information. The findings show that Civil Engineers play an important role in building sustainable infrastructure through design and engineering that considers the use of green infrastructure, economics, quality infrastructure investments that are environmentally friendly, and resource management and waste reduction. However, there are technical, social, economic, and political challenges faced by Civil Engineers in the development of sustainable infrastructure. However, there are many opportunities for innovation and collaboration. In conclusion, the role of Civil Engineers is vital in building sustainable infrastructure, and a collaborative effort is needed to overcome the existing challenges.*

**Keywords:** *Sustainable, Civil Engineer, Green Infrastructure, Circular Economy, Investment.*

## PENDAHULUAN

Insinyur Sipil memainkan peran penting dalam mengembangkan infrastruktur berkelanjutan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Pendekatan tradisional terhadap pembangunan infrastruktur selama ini tidak berkelanjutan yang menyebabkan degradasi lingkungan, penipisan sumberdaya, dan ketidaksetaraan sosial. Oleh karena itu, para Insinyur Sipil perlu mengembangkan solusi inovatif untuk pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur yang berkelanjutan dalam menghadapi tantangan yang ditimbulkan oleh urbanisasi, perubahan iklim, dan infrastruktur yang menua. Pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan melibatkan pelemahan polutan udara dan air, menyediakan dasar fisik untuk teknik sipil dan infrastruktur, dan bahkan menyembunyikan dan melestarikan artefak bersejarah (Vasenev & Kuzyakov, 2018).

Untuk mempromosikan pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan, pendidikan teknik sipil perlu memasukkan prinsip-prinsip berkelanjutan kedalam proyek-proyek. Departemen teknik sipil seperti yang dilakukan di India, di *Sreenidhi Institute of Science and Technology* (SNIST) dan *Bannari Amman Institute of Technology* telah menyelenggarakan konferensi internasional tentang keberlanjutan material dan pembangunan infrastruktur. Insinyur Sipil dan lingkungan harus memainkan peran penting dalam menciptakan solusi yang akan mendorong pembangunan berkelanjutan (Whyte *et al.*, 2020). Sebuah proyek inovasi pengajaran yang mengadopsi pendekatan pembelajaran berbasis proyek telah diperkenalkan untuk mahasiswa teknik Sipil pada peran dan tugas profesional mereka di masa depan di sepanjang siklus hidup infrastruktur (García-Segura *et al.*, 2023).

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengeksplorasi kontribusi Insinyur Sipil dalam membangun infrastruktur yang berkelanjutan untuk masa depan. Penulisan ini akan membahas isu-isu strategis dan kebijakan pembangunan berkelanjutan, serta menganalisis kesesuaian infrastruktur dengan konsep pariwisata berkelanjutan. Penulisan ini juga akan menganalisis pembangunan kota dan kawasan pesisir yang berkelanjutan, serta penerapan konsep kampus berkelanjutan. Signifikansi dari penulisan ini adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang peran Insinyur Sipil dalam membangun infrastruktur yang berkelanjutan dan memberikan rekomendasi untuk pengembangan infrastruktur yang lebih berkelanjutan di masa mendatang.

Penulisan ini memiliki arti penting dalam membangun infrastruktur yang berkelanjutan untuk masa depan. Di era modern ini, keberlanjutan menjadi isu yang semakin penting dalam pembangunan infrastruktur. Penulisan ini akan membahas kontribusi Insinyur Sipil dalam membangun infrastruktur berkelanjutan, termasuk isu-isu strategis dan kebijakan pembangunan berkelanjutan. Dengan mempertimbangkan aspek keberlanjutan pembangunan infrastruktur, penulisan ini dapat memberikan rekomendasi untuk pembangunan infrastruktur yang lebih berkelanjutan di masa mendatang. Selain itu, penulisan ini juga dapat memberikan pemahaman yang lebih

baik tentang peran Insinyur Sipil dalam membangun infrastruktur yang berkelanjutan, sehingga dapat meningkatkan kualitas pembangunan infrastruktur di masa mendatang.

## **METODE**

Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah tinjauan literatur yang melibatkan analisis data sekunder berupa informasi dan laporan yang relevan. Tinjauan literatur dilakukan untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang infrastruktur berkelanjutan, peran Insinyur Sipil, serta tantangan dan hambatan yang dihadapi. Data-data tersebut dikumpulkan dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku referensi, laporan penelitian, dan dokumen kebijakan terkait. Kemudian, data tersebut dianalisis secara kritis dan disusun dalam bentuk ringkasan yang menggambarkan kontribusi Insinyur Sipil dalam pembangunan infrastruktur berkelanjutan. Metode ini memungkinkan penulis untuk memperoleh wawasan yang komprehensif dan mendalam mengenai topik tersebut.

## **HASIL TEMUAN DAN PEMBAHASAN**

### **3.1 Temuan**

#### **Konsep Infrastruktur Berkelanjutan**

Infrastruktur memainkan peran kunci dalam mencapai pembangunan berkelanjutan dan berdampak langsung pada lebih dari 80% target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Melalui penciptaan dan penggunaan infrastruktur berkelanjutan, adalah mungkin untuk mencapai hasil ekonomi, sosial dan lingkungan yang diperlukan dalam kerangka tujuan pembangunan berkelanjutan. Infrastruktur berkelanjutan adalah infrastruktur yang direncanakan, dirancang, dibangun, dioperasikan, atau dinonaktifkan sedemikian rupa sehingga memastikan keberlanjutan ekonomi, sosial, lingkungan, dan kelembagaan sepanjang siklus hidupnya (Beksultanova *et al.*, 2021) artinya infrastruktur berkelanjutan harus mempertimbangkan tiga pilar keberlanjutan, yaitu aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan, serta harus tahan terhadap potensi gangguan dan mampu beradaptasi dengan perubahan kondisi.

Peran infrastruktur yang sangat penting dalam agenda pembangunan berkelanjutan adalah kemampuannya untuk menciptakan dan mendukung pertumbuhan ekonomi (Fay *et al.*, 2011). Infrastruktur berkelanjutan juga harus dikembangkan melalui proses partisipatif dan inklusif, melibatkan pemangku kepentingan dan masyarakat dalam pengambilan keputusan dan perencanaan. Kerangka kerja konseptual untuk infrastruktur berkelanjutan harus mencakup dimensi seperti tata kelola, infrastruktur sosial, infrastruktur ekonomi, infrastruktur lingkungan, dan ketahanan. Kerangka kerja ini juga harus mempertimbangkan pertukaran antara berbagai dimensi dan kebutuhan untuk menyeimbangkannya guna mencapai pembangunan berkelanjutan.

## **Kontribusi Insinyur Sipil dalam Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan**

Insinyur Sipil memainkan peran penting dalam pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan. Mereka bertanggung jawab untuk merancang, membangun, dan memelihara infrastruktur yang memenuhi kebutuhan masyarakat sambil meminimalkan dampak terhadap lingkungan. Insinyur Sipil terlibat dalam pengembangan bangunan hijau, sistem transportasi, dan proyek infrastruktur lainnya yang mempromosikan pembangunan berkelanjutan. Mereka juga berupaya mengembangkan solusi inovatif untuk pemeliharaan dan rehabilitasi infrastruktur yang ada untuk memastikan umur panjang dan keberlanjutan. Rekayasa geoteknik adalah aspek penting lain dari teknik sipil yang berkontribusi pada pengembangan infrastruktur berkelanjutan. Rekayasa geoteknik melibatkan studi tentang tanah, batuan, dan air tanah untuk menentukan sifat dan perilakunya, yang sangat penting untuk desain dan konstruksi fondasi, lereng, dan struktur penahan tanah. Insinyur geoteknik memainkan peran penting dalam memastikan keamanan dan keberlanjutan proyek infrastruktur dengan menilai potensi risiko dan bahaya yang terkait dengan lokasi dan mengembangkan tindakan mitigasi yang tepat (Basu *et al.*, 2015).

Keterlibatan masyarakat adalah aspek penting lain dari pembangunan infrastruktur berkelanjutan yang perlu dipertimbangkan oleh Insinyur Sipil. Keterlibatan masyarakat membantu memastikan bahwa proyek infrastruktur memenuhi kebutuhan masyarakat yang mereka layani dan dirancang serta dilaksanakan dengan cara yang berkelanjutan secara sosial, ekonomi dan lingkungan. Insinyur Sipil perlu bekerja secara kolaboratif dengan pemangku kepentingan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan kekhawatiran mereka dan memasukkannya ke dalam desain dan implementasi proyek infrastruktur (Bell *et al.*, 2022). Insinyur Sipil memiliki kontribusi yang signifikan terhadap pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan. Mereka perlu memasukkan prinsip berkelanjutan ke dalam proyek mereka, melibatkan masyarakat, dan bekerja sama dengan pemangku kepentingan lainnya untuk memastikan bahwa proyek infrastruktur dirancang, dibangun, dan dipelihara dengan cara yang memenuhi kebutuhan masyarakat sambil meminimalkan dampaknya terhadap lingkungan (Heggade, 2019).

## **Isu-Isu Strategis dan Kebijakan Pembangunan Berkelanjutan**

Pembangunan berkelanjutan merupakan aspek penting dalam dokumen dan kebijakan perencanaan strategis pemerintah. Agenda Perserikatan Bangsa-Bangsa telah menetapkan konteks untuk pembangunan berkelanjutan, tetapi belum tercapai (Korshunov, 2023). Pembangunan berkelanjutan merupakan prioritas bagi banyak negara, dan perencanaan strategis sedang diterapkan untuk mencapai tujuan ini (Nikolaev, 2021). Tanggung jawab sosial kewirausahaan atau usaha kecil menengah juga diperkuat untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (Kravchyk, 2021). Keberlanjutan hijau (*Green Technology*) sedang diimplementasikan dalam teknologi bisnis yang sedang berkembang, dan rencana strategis sedang dikembangkan untuk pembangunan berkelanjutan mereka (Adebisi, & Cruz, 2018).

Pembangunan berkelanjutan tidak hanya fokus pada isu lingkungan, tetapi juga mencakup kebijakan ekonomi dan sosial (Harahap *et al.*, 2018). Tantangan untuk menerjemahkan visi strategis yang kompleks menjadi tujuan, target, dan indikator yang konkret dan terukur sedang diatasi melalui komunikasi yang tepat, partisipasi, penilaian berkelanjutan, dan kapasitas kelembagaan. Perusahaan juga bergerak menuju pembangunan berkelanjutan untuk perlindungan lingkungan, kesejahteraan sosial, dan pertumbuhan ekonomi (Altaf, 2022,).

- Penerapan *Quality Infrastructure Investment (QII)*: Pelaksanaan QII merupakan upaya peningkatan kualitas infrastruktur yang dibangun dengan memperhatikan aspek kualitas, keamanan dan lingkungan. QII juga menyangkut pengembangan standar dan regulasi terkait infrastruktur, serta memperhatikan aspek keuangan dan manajemen risiko dalam pembangunan infrastruktur, misalnya pembangunan jalan tol yang memperhatikan aspek keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, serta membayar memperhatikan dampak lingkungan seperti pengurangan emisi gas rumah kaca. Selain itu, QII juga melibatkan pengembangan standar dan regulasi terkait infrastruktur, seperti standar mutu beton yang digunakan dalam pembangunan jalan tol.
- Penerapan Infrastruktur Hijau (*Green Infrastructure*): Penerapan *Green Infrastructure* merupakan konsep pembangunan infrastruktur yang memperhatikan aspek lingkungan dan keberlanjutan, dengan memanfaatkan sumber daya alam secara bijak dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Infrastruktur hijau dapat berupa taman kota, jalur sepeda, atap hijau, dan sebagainya. Contohnya adalah pembangunan taman kota yang memperhatikan aspek keberlanjutan, seperti penggunaan tanaman yang ramah lingkungan dan efisiensi penggunaan air. Selain itu, infrastruktur hijau juga dapat berupa jalur sepeda yang meminimalkan penggunaan kendaraan bermotor dan atap hijau yang dapat menyerap polusi udara.
- Penerapan *Circular Economy*: Penerapan *Circular Economy* adalah suatu konsep ekonomi yang memperhatikan aspek lingkungan dan keberlanjutan, dengan meminimalkan penggunaan sumber daya alam dan memaksimalkan penggunaan kembali dan daur ulang bahan yang tidak digunakan lagi. Konsep tersebut melibatkan berbagai pihak, baik pemerintah, perusahaan maupun masyarakat, misalnya penggunaan bahan daur ulang dalam pembuatan produk, seperti penggunaan kertas daur ulang dalam pembuatan kemasan produk. Selain itu, konsep ini juga dapat diterapkan dalam pengelolaan sampah, seperti mengolah sampah menjadi bahan bakar alternatif atau pupuk organik.

### 3.2 Pembahasan

Penerapan prinsip QII, implementasi *Green Infrastructure*, dan implementasi infrastruktur *Circular Economy* di Indonesia telah menjadi bahan kajian beberapa kajian. Kajian ini menggunakan berbagai metodologi, termasuk pendekatan hukum normatif, studi kasus, dan analisis statistik, untuk menelaah tantangan dan peluang

implementasi pembangunan infrastruktur berkelanjutan di Indonesia. Salah satu temuan utama dari kajian tersebut adalah pentingnya mekanisme pembiayaan alternatif, seperti sukuk hijau, untuk mendukung pembangunan infrastruktur hijau di Indonesia. Studi lain menyoroti perlunya tata kelola dan regulasi yang lebih baik untuk memastikan kualitas dan kuantitas pembangunan infrastruktur di Indonesia. Peran penerapan *e-government*, forum musyawarah desa, dan badan pengawas pemilu dalam mempromosikan pembangunan infrastruktur berkelanjutan juga telah dipelajari.

Indonesia menghadapi beberapa isu strategis dalam pembangunan infrastruktur berkelanjutan. Salah satu tantangan utamanya adalah kurangnya pendanaan untuk proyek infrastruktur, yang mengakibatkan kesenjangan infrastruktur yang signifikan di Indonesia. Masalah lain adalah kurangnya koordinasi antara berbagai instansi pemerintah yang bertanggung jawab atas pembangunan infrastruktur, yang menyebabkan keterlambatan dan inefisiensi dalam pelaksanaan proyek. Selain itu, Indonesia juga rentan terhadap bencana alam yang dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur yang signifikan dan menghambat upaya pembangunan berkelanjutan. Untuk mengatasi tantangan tersebut, pemerintah Indonesia telah mengembangkan beberapa kebijakan dan strategi untuk mendorong pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan. Salah satu strategi utamanya adalah Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024 yang memprioritaskan pembangunan infrastruktur sebagai penggerak utama pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan. Pemerintah juga telah menetapkan Rencana Infrastruktur Nasional (PIP) untuk mengoordinasikan upaya pembangunan infrastruktur di berbagai sektor dan lembaga.

Secara keseluruhan, studi ini memberikan wawasan berharga tentang tantangan dan peluang dalam mengimplementasikan pembangunan infrastruktur berkelanjutan di Indonesia. Kajian ini dapat memberikan informasi bagi pembuat kebijakan, investor, dan pemangku kepentingan lainnya dalam menyusun strategi dan kebijakan untuk mendorong pembangunan infrastruktur berkelanjutan di Indonesia. Selain itu, peran penting kebijakan perencanaan infrastruktur hijau di Indonesia juga ditekankan, karena dapat memberikan jaringan ruang terbuka hijau yang strategis dan multifungsi sebagai respon terhadap isu lingkungan dan sosial ekonomi. Desentralisasi investasi juga dipandang sebagai peluang untuk mendorong pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan di setiap provinsi di Indonesia.

Para Insinyur dapat berkontribusi pada pembangunan infrastruktur berkelanjutan di Indonesia dengan memasukkan prinsip-prinsip desain berkelanjutan ke dalam proyek mereka. Ini termasuk menggunakan bahan ramah lingkungan, merancang bangunan dan infrastruktur yang hemat energi, dan memasukkan sumber energi terbarukan ke dalam desain. Insinyur juga dapat bekerja dengan masyarakat lokal untuk memastikan bahwa proyek infrastruktur dirancang untuk memenuhi kebutuhan mereka dan sesuai dengan budaya mereka. Selain itu, Insinyur dapat berperan dalam pengurangan risiko bencana dengan merancang infrastruktur yang tangguh terhadap bencana alam dan tahan

terhadap cuaca ekstrem. Pada akhirnya, pembangunan infrastruktur berkelanjutan merupakan aspek penting dari perencanaan strategis Indonesia, dan Insinyur dapat memainkan peran penting dalam berkontribusi pada tujuan pembangunan berkelanjutan negara. Dengan menggabungkan prinsip-prinsip desain yang berkelanjutan dan bekerja dengan komunitas lokal, Insinyur dapat membantu memastikan bahwa proyek infrastruktur dirancang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan berkelanjutan secara lingkungan dan sosial.

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan dari artikel ini adalah bahwa Insinyur Sipil memiliki peran yang sangat penting dalam membangun infrastruktur berkelanjutan untuk masa depan. Melalui desain dan rekayasa yang mempertimbangkan penggunaan *Green Infrastructure*, *Circular Economy*, dan QII yang ramah lingkungan, serta pengelolaan sumberdaya dan pengurangan limbah, Insinyur Sipil dapat memberikan kontribusi nyata dalam menciptakan infrastruktur yang berkelanjutan. Meskipun terdapat tantangan teknis, sosial, ekonomi, dan politik yang dihadapi, peluang inovasi dan kolaborasi juga terbuka lebar. Diperlukan upaya kolaboratif antara Insinyur Sipil dan pemangku kepentingan lainnya untuk mengatasi tantangan tersebut. Artikel ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya kontribusi Insinyur Sipil dalam membangun masa depan infrastruktur yang berkelanjutan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adebiyi, O. O., & Cruz, M. T. (2018). Green sustainability development for industry Internet of things in railway transportation industry. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development, Special Issue(Special Issue- ICAEIT2017)*, 203-208.
- Altaf, M. (2022). Strategic communication: A tool to engage multiple stakeholders for corporate sustainability. *Journal of Management and Research*, 9(2).
- Basu, D., Misra, A., & Puppala, A. J. (2015). Sustainability and geotechnical engineering: Perspectives and review. *Canadian Geotechnical Journal*, 52(1), 96-113.
- Beksultanova, A. I., Gaisumova, L. J., & Sadueva, M. A. (2021). The role of infrastructure in sustainable development. *SHS Web of Conferences*, 128, 01008.
- Bell, S., Boyle, E., Canton, J., Khan, Z., Quinn, R., Rollason, E., Xavier, P. (2022). Establishing a statement of principles for community engagement with civil engineering. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering*, 175(3), 133-140.
- Fay, M., Toman, M., Benitez, D., Csordas, S., Kodera, K., Kwon, H., & Mountford, H. (2010). Infrastructure and sustainable development. *Postcrisis Growth and Development*, 329-382.

- García-Segura, T., Montalbán-Domingo, L., Sanz-Benlloch, A., Domingo, A., Catalá, J., & Pellicer, E. (2023). Enhancing a comprehensive view of the infrastructure life cycle through project-based learning. *Journal of Civil Engineering Education*, 149(1).
- Harahap, F. R., Taqwa, R., Juniah, R., & Wildayana, E. (2018). Sustainability for management and protection tin mining environment. *E3S Web of Conferences*, 68, 03002.
- Heggade, V. N. (2019). Engineering materials & System for highway structure - An Indian perspective. *IABSE Congress, New York, New York 2019: The Evolving Metropolis*.
- Korshunov, I. V. (2023). Sustainable development in regional strategies: Approaches and solutions. *Economy of Regions*, 19(1), 15-28.
- Kravchyk, Y. (2021). Aspects of business social responsibility in the system of public policy of the country sustainable development. *Ukrainian Journal of Applied Economics*, 6(2), 181-190.
- Nikolaev, A. V. (2021). The Arctic strategic planning in the context of sustainable development of the region: Foreign experience. *Север и рынок: формированиеэкономическогопорядка*, 72(2/2021), 20-35.
- Vasenev, V., & Kuzyakov, Y. (2018). Urban soils as hot spots of anthropogenic carbon accumulation: Review of stocks, mechanisms and driving factors. *Land Degradation & Development*, 29(6), 1607-1622.
- Whyte, J., Mijic, A., Myers, R. J., Angeloudis, P., Cardin, M., Stettler, M. E., & Ochieng, W. (2020). A research agenda on systems approaches to infrastructure. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 37(4), 214-233.