

ROAD MAP

2026

2027

2028

2029

2025



PUSAT STUDI
INFRASTRUKTUR &
LINGKUNGAN
BERKELANJUTAN

PETA JALAN PUSAT STUDI
INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN
DRPM ITS

DRPM - ITS

DAFTAR ISI

A. PENDAHULUAN	1
B. VISI – MISI CSIE.....	1
C. DASAR PENYUSUNAN	2
D. ISU STRATEGIS.....	8
F. PETA JALAN ABMAS.....	15

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Pengembangan Topik Penelitian dan PkM CSIE	8
--	---

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Pemetaan Topik Penelitian di PILB 2020-2024.....	9
---	---

PETA JALAN PUSAT STUDI

INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN

DRPM ITS

A. PENDAHULUAN

Perkembangan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) sebagai salah satu rujukan dalam inovasi sains dan teknologi di Indonesia serta dunia internasional tidak lepas dari peran penelitian dan pengabdian kepada masyarakat (PkM). ITS melalui Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) mengemban amanah untuk mengembangkan penelitian dan PkM ITS sesuai visi dan misi ITS menjadi “Entrepreneurial University”. DRPM ITS dengan amanah ini mengembangkan pusat studi yang mempunyai tugas melaksanakan penelitian dan PkM terutama yang bersifat multidisiplin bidang keilmuan.

Pusat studi memiliki beberapa tugas utama yang sangat penting dalam mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Berperan dalam mengembangkan dan memajukan penelitian serta menemukan solusi untuk berbagai masalah yang dihadapi masyarakat. Penelitian ini bisa bersifat dasar maupun terapan. Bidang PkM berperan dalam mengaplikasikan hasil penelitian untuk memberikan manfaat langsung kepada masyarakat. Ini bisa berupa program pelatihan, konsultasi, atau proyek-proyek yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Pusat studi juga mempunyai tugas membangun kerjasama dengan berbagai pihak, baik di dalam maupun di luar negeri, untuk memperluas jaringan dan meningkatkan kualitas penelitian serta publikasi dan menemukan solusi tepat dalam menyelesaikan masalah di masyarakat. ITS dalam periode 2025-2029 menetapkan pengembangan pusat studi di ITS menjadi dua belas (12) pusat studi termasuk Pusat Studi Infrastruktur dan Lingkungan Berkelanjutan (*Centre for Sustainable Infrastructure and Environment*), **CSIE**

CSIE mempunyai sejarah cukup panjang di ITS dan berkembang sejak tahun 1999 dengan Pusat Studi Lingkungan Hidup (PSLH) ITS dan pada periode 2025-2029 menjadi CSIE. CSIE mempunyai lebih dari 80 peneliti aktif yang berasal dari berbagai departemen dan program studi di ITS. CSIE aktif dalam pengembangan kerjasama terutama dalam bidang lingkungan dan pengembangan infrastruktur ramah lingkungan baik skala nasional dan internasional.

Dalam operasional CSIE, maka disusun road map penelitian dan PkM tahun 2025-2029. *Road map* yang merupakan pengembangan CSEI dan akan digunakan oleh setiap dosen dengan bidang multidisiplin di CSIE untuk mengembangkan inovasi rekayasa sains dan *engineering*. Tema unggulan terutama berkaitan dengan CSIE dalam lima tahun akan menjadi target dan key performance indicator (KPI) dalam mengembangkan pusat studi CSIE.

B. VISI – MISI CSIE

Alignment dalam visi misi tujuan (VMT) **CSIE** mengacu pada VMT ITS dalam bidang penelitian dan PkM. Penyusunan VMT juga mengacu pada **SMART** (**specific, measurable, achievable, relevance, time bound**). Dalam pengembangan VMT CSIE juga harus mengacu pada Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan Hidup (**BKPSL**) seluruh Indonesia dimana CSIE adalah salah satu anggota aktif sejak 2000

sampai sekarang. BKPSL yang mengayomi kerjasama diantara Pusat Studi Lingkungan Hidup dari semua perguruan tinggi di Indonesia.

Visi CSIE : Menjadi pusat studi terkemuka dalam pengembangan infrastruktur dan lingkungan berkelanjutan yang berkontribusi pada kemandirian bangsa serta menjadi rujukan dalam penelitian dan pengabdian masyarakat.

Misi CSIE: (5Ps)

1. **Penelitian Berkualitas:** Berperan aktif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama di bidang lingkungan dan permukiman, kelautan, energi, serta teknologi informasi dan komunikasi yang berwawasan lingkungan melalui kegiatan penelitian yang berkualitas baik secara nasional maupun internasional.
2. **Pelatihan Profesional:** Menyediakan pelatihan profesional dalam berbagai disiplin ilmu berkaitan infrastruktur dan lingkungan bagi mahasiswa, peneliti, dan profesional di bidang terkait untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia.
3. **Pengabdian kepada Masyarakat:** Mengaplikasikan hasil penelitian untuk memberikan manfaat langsung kepada masyarakat melalui program pelatihan, konsultasi, dan proyek-proyek yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat.
4. **Pengembangan Kerjasama dan Kolaborasi:** Membangun kerjasama dengan berbagai pihak, baik di dalam maupun di luar negeri, untuk memperluas jaringan dan meningkatkan kualitas penelitian serta PkM.
5. **Publikasi dan Diseminasi:** Mempublikasikan hasil penelitian dalam jurnal ilmiah, buku, atau media lainnya untuk menyebarkan pengetahuan dan temuan baru kepada komunitas ilmiah dan masyarakat luas.

C. DASAR PENYUSUNAN

Penyusunan *road map* dari CSIE akan mengacu kepada beberapa tantangan dan kebijakan dalam pengembangan infrastuktur dan lingkungan berkelanjutan. Faktor yang berpengaruh akan dikaji dalam skala global dan nasional.

Tantangan dan Peluang Global :

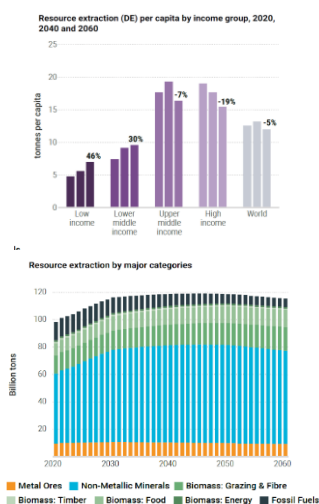
Sustainable Development Goals (SDGs)



Sebagai tujuan pembangunan secara global dan harus tercapai di tahun 2030, maka SDGs merupakan tujuan utama dalam pengembangan penelitian dan PkM untuk menyelesaikan masalah di masyarakat. Tantangan termasuk dalam penyediaan infrastruktur dan lingkungan berkelanjutan. CSIE akan banyak melaksanakan penelitian dan PkM yang berhubungan dengan beberapa tujuan dari SDGs, antara lain:



Global Resource Utilization



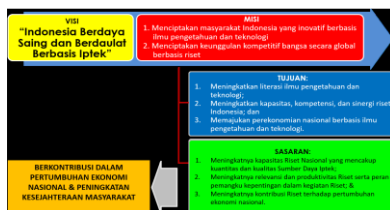
Pemanfaatan sumber daya global berdasarkan UNEP Global Resources Outlook 2024 memiliki dampak signifikan terhadap infrastruktur dan lingkungan berkelanjutan. Berikut adalah beberapa dampak utama:

Degradasi Lingkungan: Penggunaan sumber daya yang berlebihan dapat menyebabkan degradasi lingkungan, termasuk deforestasi, hilangnya keanekaragaman hayati, dan polusi. Hal ini mengancam ekosistem dan mengurangi kemampuan alam untuk mendukung kehidupan manusia.

Perubahan Iklim: Ekstraksi dan penggunaan sumber daya alam, seperti bahan bakar fosil, berkontribusi pada emisi gas rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim. Perubahan iklim ini berdampak pada infrastruktur, seperti peningkatan frekuensi dan intensitas bencana alam yang merusak jalan, jembatan, dan bangunan.

Ketersediaan Sumber Daya: Penggunaan sumber daya yang tidak berkelanjutan dapat mengakibatkan kelangkaan sumber daya di masa depan. Ini mempengaruhi pembangunan infrastruktur karena bahan baku yang diperlukan menjadi lebih sulit didapatkan dan lebih mahal. **Teknologi dan Inovasi:** Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan inovasi teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. **Green technology** dan **sustainability production** menjadi kunci dalam menciptakan infrastruktur yang lebih ramah lingkungan. **Kebijakan dan Regulasi** yang mendukung penggunaan sumber daya yang berkelanjutan sangat penting. Ini termasuk insentif untuk praktik berkelanjutan, pengurangan limbah, dan perlindungan lingkungan. Adopsi pendekatan yang lebih berkelanjutan dalam penggunaan sumber daya, kita dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan memastikan bahwa infrastruktur yang dibangun dapat bertahan dan mendukung kehidupan manusia di masa depan.

Tantangan dan Peluang Skala Nasional



Rencana Induk Penelitian Nasional (RIRN) 2017-2045 ditetapkan melalui Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 38 Tahun 2018 yang bertujuan menyelaraskan kegiatan penelitian dengan tujuan pembangunan nasional dalam jangka panjang, dengan fokus pada berbagai sektor kunci untuk meningkatkan kemampuan ilmiah dan teknologi negara. Bidang fokus penelitian meliputi **Pengembangan**

Teknologi dan Inovasi; Kesehatan; Pertanian dan Pangan; Energi dan Sumber Daya Alam; Kebudayaan dan Pendidikan; dan Lingkungan serta Perubahan Iklim.

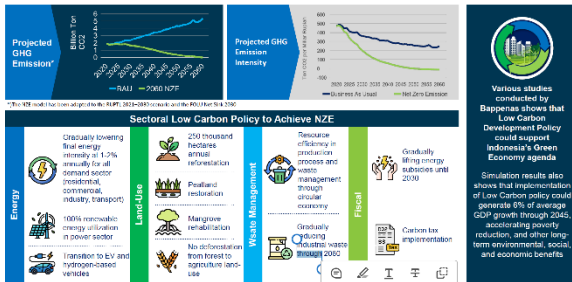
Dalam Rencana Induk Penelitian Nasional (RIRN) 2025-2045, infrastruktur dan lingkungan berkelanjutan menjadi salah satu fokus utama untuk mendukung pembangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Beberapa prioritas dalam bidang ini meliputi:

1. **Pengembangan Infrastruktur Hijau:** Meningkatkan pembangunan infrastruktur yang ramah lingkungan, seperti transportasi publik yang efisien, jalan hijau, dan bangunan hemat energi.
2. **Pengelolaan Limbah dan Sumber Daya:** Mendorong pengelolaan limbah yang berkelanjutan dan daur ulang, serta penggunaan sumber daya alam yang lebih efisien untuk mengurangi dampak lingkungan.
3. **Teknologi Ramah Lingkungan:** terhadap lingkungan, seperti teknologi air bersih, energi terbarukan, dan pengelolaan air limbah.
4. **Pembangunan Perkotaan Berkelanjutan:** Merencanakan dan mengembangkan kota-kota dengan konsep *smart city* yang memprioritaskan efisiensi energi, ruang hijau, dan kualitas hidup masyarakat.
5. **Mitigasi dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim:** Mengembangkan strategi dan teknologi untuk mengurangi dampak perubahan iklim dan membantu masyarakat beradaptasi dengan kondisi iklim yang berubah.
6. **Konservasi Sumber Daya Alam:** Melindungi dan memulihkan ekosistem alami serta keanekaragaman hayati melalui kebijakan dan praktik konservasi yang berkelanjutan.

Prioritas ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang lebih baik dan memastikan bahwa pembangunan infrastruktur mendukung keberlanjutan dan kesejahteraan masyarakat.

Net Zero Emission Indonesia 2060

Low Carbon Development Policy to Achieve **Green Economy** and **Net Zero Emission** in 2060 or sooner



Net zero emission adalah kondisi di mana jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh suatu negara, perusahaan, atau individu seimbang dengan jumlah emisi yang dihilangkan dari atmosfer. Ini berarti bahwa emisi yang dihasilkan dari aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, transportasi, dan industri, diimbangi dengan upaya untuk mengurangi atau menghilangkan emisi tersebut melalui berbagai cara, seperti:

1. Penggunaan Energi Terbarukan: Menggantikan sumber energi fosil dengan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan hidro.
2. Efisiensi Energi: Meningkatkan efisiensi penggunaan energi dalam berbagai sektor, termasuk transportasi, industri, dan bangunan.
3. Penanaman Pohon dan Reboisasi: Menanam pohon dan memulihkan hutan untuk menyerap karbon dioksida dari atmosfer.
4. Teknologi Penangkapan dan Penyimpanan Karbon (CCS): Menggunakan teknologi untuk menangkap dan menyimpan karbon dioksida yang dihasilkan dari proses industri dan pembangkit listrik.
5. Pengelolaan Limbah: Mengurangi emisi dari sektor limbah melalui daur ulang, pengomposan, dan pengelolaan limbah yang lebih baik.

Skema di Indonesia untuk *Net Zero Emission* diarahkan untuk menciptakan *Low Carbon Development* untuk mendorong *Green Economy* dan *Net Zero Emission* 2060. Sektor yang sangat berkaitan dengan CSIE adalah CCS dengan berbagai pengembangannya, *Mangrove rehabilitation*, *Resource Efficiency*, *Waste Management-Circular Economy*, *Reducing Industrial Waste*, dan *Carbon Trading-Tax Policy*. Masing-masing bidang mempunyai target yang ditetapkan dalam kebijakan Indonesia Net Zero Emission 2060.

Target untuk **pengelolaan sampah/limbah** :

2040: Mencapai *zero waste*, yang berarti semua limbah akan dikelola dan diproses tanpa berakhir di tempat pembuangan akhir.

2050: Mencapai *zero emission* dari sektor limbah dengan menerapkan teknologi dan praktik pengelolaan limbah yang lebih canggih.

Target untuk penurunan **limbah dari industri** :

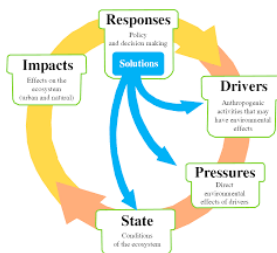
2050 : Mencapai *zero emission* dari sektor industri dengan penerapan *green industry*, *green jobs*, dan *advance treatment*. Penggunaan Energi Ramah Lingkungan dengan mengalihkan penggunaan energi ke sumber yang lebih ramah lingkungan seperti panel surya dan hidrogen. Manajemen dan Efisiensi Energi dengan menggunakan alat untuk mengurangi konsumsi energi melalui manajemen dan efisiensi energi. Teknologi Penangkapan dan Penyimpanan Karbon (CCUS) yang dihasilkan dari proses industri.

Target untuk **sektor transportasi** terutama berkaitan dengan energi adalah 2050 mengurangi emisi secara signifikan dari sektor transportasi sesuai dengan *Paris Agreement*, pengurangan emisi terutama pada transportasi darat, menyediakan opsi mobilitas rendah karbon seperti berjalan kaki, bersepeda, dan transportasi umum serta pengembangan teknologi EV.

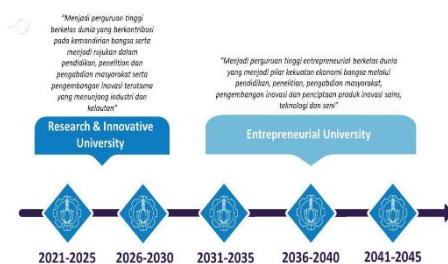


Salah satu tantangan dan peluang dalam pengelolaan infrastruktur dan lingkungan di Indonesia dan internasional adalah **konsep blue, green and circular economy (BGCE)**. BGCE di Indonesia difokuskan pada beberapa sektor prioritas yang memiliki potensi besar untuk mendukung keberlanjutan dan pertumbuhan ekonomi. Ekonomi Biru (*Blue Economy*) adalah pendekatan yang berfokus pada pemanfaatan sumber daya laut secara berkelanjutan. Tujuannya adalah untuk mendukung pertumbuhan ekonomi sambil menjaga kesehatan ekosistem laut. Ekonomi Hijau (*Green Economy*):

adalah pendekatan yang berfokus pada pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan melalui penggunaan sumber daya yang efisien dan ramah lingkungan. Ekonomi Sirkular (*Circular Economy*) pendekatan yang berfokus pada pengurangan limbah dan penggunaan kembali sumber daya. Indonesia memprioritaskan beberapa sektor untuk penerapan BGCE yaitu perikanan, konservasi lingkungan, energi baru terbarukan, transportasi dan logistik, konstruksi, pengelolaan limbah, dan keberlanjutan pangan.

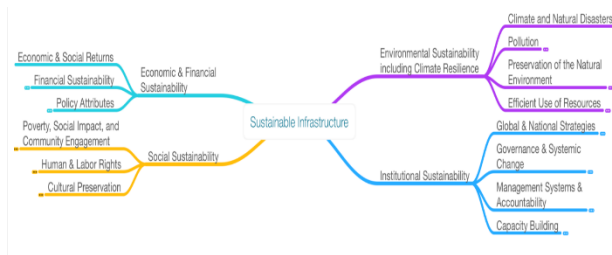


Kebutuhan profesional dalam bidang infrastruktur dan lingkungan juga sangat dibutuhkan di skala nasional dan internasional. Setiap tahun pemerintah daerah di seluruh Indonesia memerlukan pendampingan dan pelatihan dalam penyusunan dokumen lingkungan. Penyusunan status lingkungan hidup daerah, indeks kualitas lingkungan, indeks respon lingkungan, dan perijinan lingkungan sangat dibutuhkan. Pelatihan professional dalam bidang yang lebih spesifik juga dapat dikembangkan karena memang dibutuhkan dalam dunia professional lingkungan. Pelatihan terkait dengan *low carbon technology*, perhitungan tapak karbon, pelatihan terkait *recovery of waste* dan juga bidang lain perlu dikerjasamakan dengan PEMDA dan *stakeholder* lainnya.



Arah pengembangan ITS sebagai sebuah perguruan tinggi yang **leading** dalam bidang sains dan teknologi melalui **RENIP ITS 2015-2045**, seperti yang sudah tercantum bahwa visi dan misi ITS untuk menjadi *research and innovative university*, dimana salah satu indikator utamanya adalah pengembangan penelitian serta inovasi. CSIE akan menjadi ujung tombak ITS dalam pengembangan infrastruktur berkelanjutan ke depan. CSIE

periode 2025-2029 akan mengembangkan produk dengan mengacu pada penelitian dan inovasi pada 5 tahun sebelumnya dan mengembangkan beberapa penelitian yang dapat dihilirisasi menjadi salah satu produk inovasi di ITS. Terciptanya berbagai produk yang menunjang **infrastruktur berkelanjutan** akan menjadikan DRPM ITS sebagai salah satu rujukan nasional untuk menciptakan teknologi dengan basis penelitian yang menghasilkan berbagai teknologi, kebijakan dan pendekatan publik yang ramah terhadap lingkungan. Terutama penelitian akan diarahkan menunjang visi dan misi ITS dalam bidang industri dan kemaritiman. CSIE sendiri akan bergerak pada fokus yang dikembangkan ITS terutama dalam **smart sustainable infrastructure** di lingkungan pemukiman ditekankan khusus pada area pesisir dan area perkotaan. Inisiatif ini bertujuan untuk menciptakan infrastruktur yang tidak hanya memenuhi kebutuhan saat ini, tetapi juga mendukung pembangunan berkelanjutan jangka panjang dan meningkatkan kualitas hidup, serta melestarikan lingkungan untuk generasi mendatang.



Fokus penelitian dan PkM akan mengacu pada **4 pilar utama** dalam menciptakan **sustainable infrastructure yang smart** dan berlandaskan **keberlanjutan lingkungan**. Berfokus pada mengintegrasikan teknologi digital dengan infrastruktur fisik untuk menciptakan sistem yang efisien, tangguh, dan ramah lingkungan.

Integrasi dari 4 pilar utama dalam pengembangan keberlanjutan infrastruktur adalah :

1. **Environmental Sustainability** : Keberlanjutan Lingkungan, termasuk Ketahanan Iklim Infrastruktur yang berkelanjutan melestarikan, memulihkan, dan mengintegrasikan lingkungan alami, termasuk keanekaragaman hayati dan ekosistem. Ini mendukung penggunaan sumber daya alam yang berkelanjutan dan efisien, termasuk energi, air, dan bahan. Selain itu, infrastruktur yang berkelanjutan membatasi semua pencemaran sepanjang siklus hidup proyek dan berkontribusi pada ekonomi yang rendah karbon, tangguh, dan efisien sumber daya. Proyek infrastruktur yang berkelanjutan dirancang untuk memastikan ketahanan terhadap risiko iklim dan bencana alam.
2. **Economic Sustainability** : Infrastruktur yang berkelanjutan secara ekonomi adalah jika infrastruktur tersebut menghasilkan *positive net economy return*, dengan mempertimbangkan semua manfaat dan biaya selama siklus hidup proyek, termasuk eksternalitas positif dan negatif serta dampak yang kemungkinan akan timbul. Selain itu, infrastruktur harus menghasilkan tingkat pengembalian yang disesuaikan dengan risiko yang memadai bagi para investor proyek. Oleh karena itu, proyek infrastruktur yang berkelanjutan harus menghasilkan **aliran pendapatan yang sehat** berdasarkan pemulihan biaya yang memadai dan didukung, jika diperlukan, oleh subsidi yang ditargetkan dengan baik (untuk mengatasi keterjangkauan) atau pembayaran ketersediaan (ketika pengguna tidak dapat diidentifikasi), atau di mana terdapat dampak yang besar.
3. **Social Sustainability** : Infrastruktur yang berkelanjutan bersifat inklusif dan harus mendapat dukungan luas dari komunitas yang terkena dampak termasuk masyarakat miskin dan berkontribusi pada peningkatan mata pencaharian dan kesejahteraan sosial sepanjang siklus hidup proyek. Proyek harus dibangun sesuai dengan standar tenaga kerja, kesehatan, dan keselamatan yang baik. Layanan yang disediakan harus mempromosikan kesetaraan gender, kesehatan, keselamatan, dan keragaman sambil mematuhi hak asasi manusia dan hak tenaga kerja.
4. **Institutional Sustainability** : Secara institusional, infrastruktur berkelanjutan selaras dengan komitmen nasional dan internasional, termasuk *Paris Agreement*, dan didasarkan pada sistem tata kelola yang transparan dan konsisten selama siklus proyek. Kapasitas institusional yang kuat dan prosedur yang jelas untuk perencanaan, pengadaan, dan operasi proyek merupakan faktor pendukung keberlanjutan institusional. Pengembangan kapasitas lokal—termasuk mekanisme transfer pengetahuan, promosi pemikiran inovatif, dan manajemen proyek—sangat penting untuk meningkatkan keberlanjutan dan mendorong perubahan sistemik.

Tantangan, peluang, dan dasar dalam mencapai *smart sustainable infrastructure* akan menjadi landasan dalam pengembangan road map CSIE. Fokus utama untuk *environmental dan economic sustainability* akan menjadi landasan dalam pengembangan penelitian serta akan diintegrasikan dengan PkM yang lebih mengarah pada *social dan institutional sustainability*.

D. ISU STRATEGIS

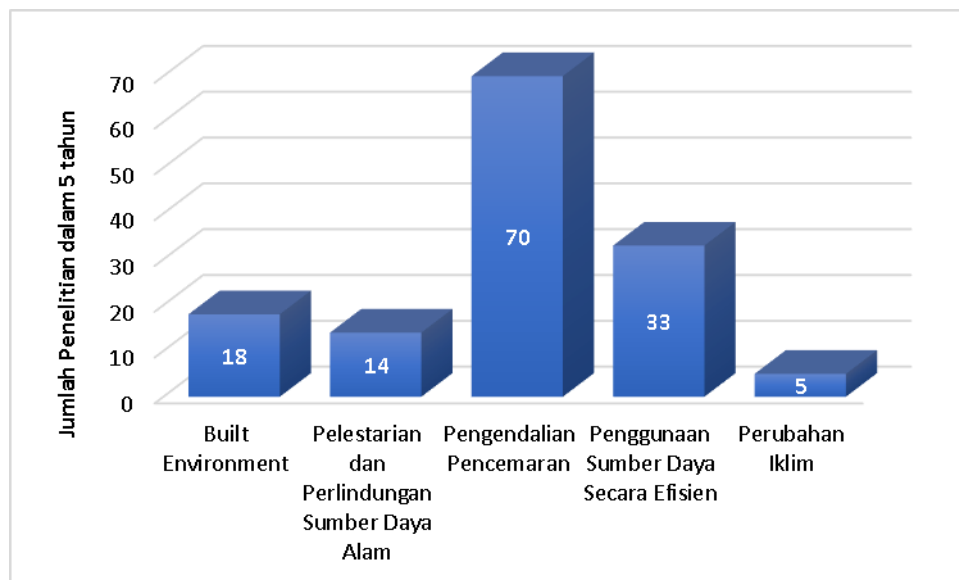
CSIE sebagai pusat studi mempunyai arah dalam pengembangan *roadmap* adalah mengembangkan **sustainable infrastructure** yang berwawasan lingkungan. Secara umum tantangan serta isu strategi dalam skala global dan nasional maupun institusional menjadi dasar CSIE dalam mengembangkan topik penelitian dan PkM. Tabel 1 menunjukkan isu strategis dalam pengembangan topik penelitian dan PkM.

Tabel 1 Pengembangan Topik Penelitian dan PkM CSIE

No	Isu Strategis	Konsep Pemikiran	Alternatif Solusi	Topik Penelitian dan PkM
1	Pencegahan Pencemaran	Tantangan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan beradaptasi dengan dampak perubahan iklim Pencegahan dan pengendalian pencemaran terhadap lingkungan	✓ <i>Mitigation and Adaptation Technology-Policy</i> ✓ Monitoring terhadap kualitas lingkungan ✓ Teknologi dan Inovasi dalam Pencegahan Pencemaran Media Lingkungan ✓ <i>Capacity Building</i>	✓ Monitoring pencemaran ✓ <i>Green Industry</i> ✓ <i>Green Technology</i> dalam Pengendalian Pencemaran ✓ Pengolahan Sumber Pencemar ✓ <i>Training and workshop related topic.</i>
2	<i>Built Environment</i>	Menciptakan kota atau area yang layak huni dan efisiensi pelayanan publik serta mengurangi dampak pada lingkungan termasuk menciptakan lingkungan permukiman yang tahan terhadap bencana, dampak perubahan iklim dan menunjang keberlanjutan	✓ Kebijakan dan inovasi teknologi berbasis <i>smart system</i> untuk menciptakan kota yang cerdas dan layak huni serta menunjang keberlanjutan. ✓ Pelibatan stake holder terutama masyarakat ✓ <i>Green dan Resilience Infrastructure</i> ✓ <i>Inovasi dan green technology</i> ✓ <i>Low Carbon Infrastructure</i>	✓ <i>Green, Blue and Grey Technology</i> ✓ <i>Green Building</i> ✓ <i>Low Carbon Construction</i> ✓ <i>Sustainable Transportation</i> ✓ <i>Smart System</i> untuk Pengelolaan Limbah Lingkungan Permukiman dan Industri ✓ Pengembangan Ruang Terbuka Hijau ✓ <i>Liveable Permukiman dan landscape</i>
3	Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya Alam	Peningkatan biodiversitas dan menjaga kelangsungan ekosistem	Diperlukan berbagai metode untuk perlindungan dan pelestarian sumber daya alam	✓ Bioremediasi media lingkungan tercemar ✓ Daya Dukung. Daya Tampung Lingkungan, Daya Lenting dan Tapak ekologi/<i>ecological footprint</i>. ✓ <i>Biodiversity</i> pada lingkungan teresterial dan laut. ✓ <i>Green dan Blue economy</i> ✓ <i>Training dan community services</i>
4	Penggunaan Sumber Daya yang Efisien	Penurunan ketersediaan sumber daya alam dan limbah	Perlu adanya pemanfaatan limbah sebagai sumber	✓ <i>Recovery</i> limbah, terutama yang bertujuan mengurangi

No	Isu Strategis	Konsep Pemikiran	Alternatif Solusi	Topik Penelitian dan PkM
		yang dihasilkan dari konsep <i>end of pipe</i> yang mencemari lingkungan semakin meningkat.	material baru termasuk konsep ekonomi sirkular	impor negara dan mampu memenuhi kebutuhan sendiri ✓ Peningkatan penerapan <i>green, blue, and circular economy</i> dalam pengelolaan berbagai sektor prioritas di Indonesia

Pemetaan dari tahun 2020-2024 terkait dengan topik penelitian yang secara umum dikembangkan di PILB yang menjadi CSIE (Gambar 1). Total penelitian dengan pendanaan ITS sejak tahun 2020-2024 mencapai 144 judul, persentase terbesar adalah topik pengendalian pencemaran dan efisiensi penggunaan sumber daya. Untuk pengendalian pencemaran topik yang dikembangkan adalah pengolahan air limbah, air bersih, dan persampahan. Topik lain yang juga cukup banyak untuk efisiensi sumber daya adalah recovery dari limbah baik limbah padat dan cair dari berbagai sumber domestik dan industri. *Recovery of waste* juga menjadi salah satu topik utama dalam fokus penelitian PILB dengan mitra internasional terutama *upcycling biowaste* dan *phytomining* serta *recovery fly ash* dan *bottom ash* sebagai material konstruksi berkelanjutan yang ramah terhadap lingkungan, *low carbon construction*. Dalam periode 2020-2024 dengan flagship ITS salah satunya adalah ***i-environment***, maka bidang unggulan yang dikembangkan juga ada *smart monitoring system* untuk mendukung *smart water management*.

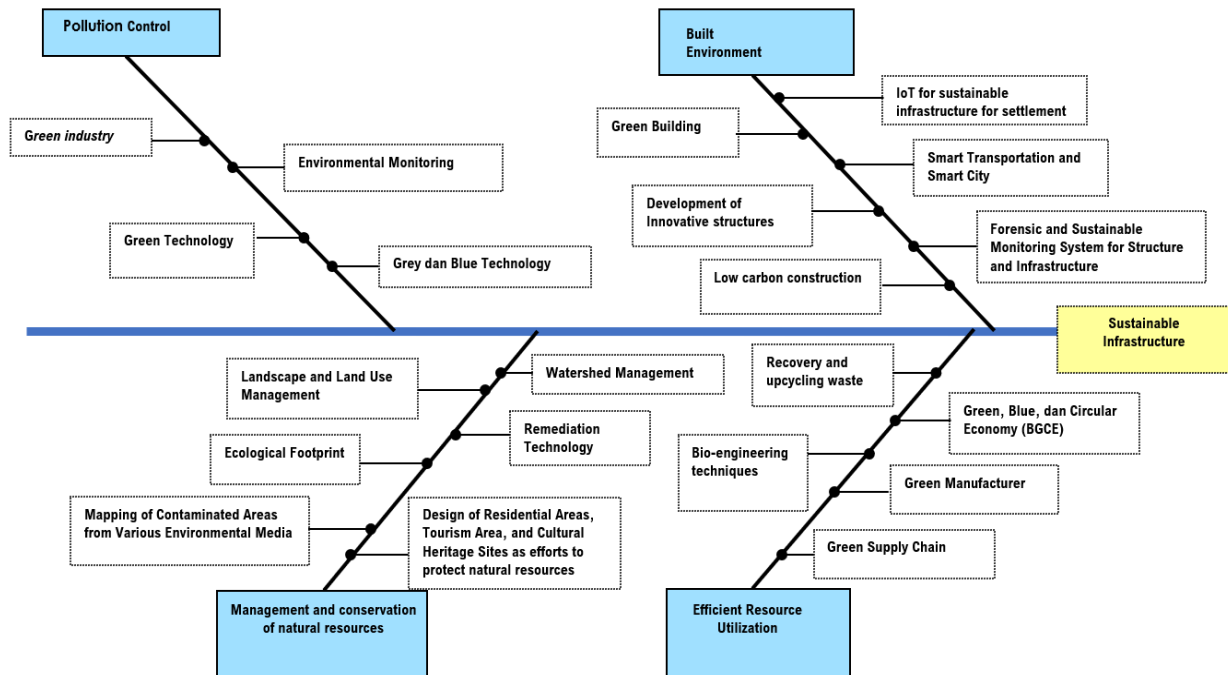


Gambar 1 Pemetaan Topik Penelitian di PILB 2020-2024

Mengacu pada pemetaan penelitian dan tantangan global, nasional, terutama goals untuk Net Zero Emission 2060 Indonesia, maka CSIE mengarahkan penelitian dan PkM untuk mencapai ***sustainable infrastructure***. Target ini sama dengan target pengembangan 2020-2024 dan relevan dalam 5 tahun ke depan dengan pengembangan pada ***green technology, green industry, green building, green, blue, circular economy*** untuk menunjang tercapainya net zero emission Indonesia 2060. Tentu juga ada pengembangan penelitian dan PkM lain yang menunjang tercapainya *sustainable infrastructure*. Road Map Penelitian dan PkM dari CSEI dapat dilihat pada peta jalan penelitian dan PkM.

E. PETA JALAN PENELITIAN

Pengembangan riset pada CSEI diarahkan pada empat bidang utama yang berkaitan dengan *sustainable infrastructure* (Gambar 2)



Gambar 2 Fish Bone Road Map Penelitian CSEI

Penelitian untuk masing masing topik dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. **Pencegahan Pencemaran** bertujuan memproteksi lingkungan dengan pendekatan penelitian yang diarahkan pada :

- ✓ **Green industry.** Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 11 Tahun 2023 mendefinisikan industri hijau mempunyai tujuan utama untuk mengurangi dampak lingkungan negatif dari proses produksi dengan menerapkan standar industri hijau yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Semua riset yang berkaitan dengan standar industri hijau masuk dalam lingkup ini.
- ✓ Khusus untuk **teknologi hijau** maka pengembangan dalam bidang infrastruktur meliputi efisiensi energi dan penggunaan energi terbarukan; penggunaan material ramah lingkungan; pengurangan limbah, dan design infrastruktur berkelanjutan termasuk dalam penelitian dalam bidang ini baik untuk lingkungan permukiman maupun industri termasuk **agroindustry**. Sebagai contoh: pengembangan *green ecosystem* dalam *argo industry* dan *aquaculture*, pengembangan beton ramah lingkungan berbasis material limbah; pemanfaatan limbah plastic dan limbah pakaian pada industri *fast fashion* sebagai timbunan jalan yang lebih ramah lingkungan, dan potensi pemanfaatan *reclaimed asphalt pavement* sebagai bahan yang dapat dimanfaatkan kembali.
- ✓ **Monitoring kualitas lingkungan**, penerapan berbagai monitoring kualitas lingkungan baik tanah, air, air tanah dan udara masuk di dalam bidang ini. Termasuk pengembangan IoT system dalam monitoring kualitas lingkungan. Monitoring fenomena *harmful algae bloom* (HABs) termasuk pengendaliannya.

- ✓ **Grey and Blue Technology**, penelitian dengan konsep *rainwater harvesting*, *recovery* dari air limbah, penggunaan *wetland*, dan penggunaan bioteknologi untuk mengolah limbah termasuk dalam lingkup penelitian ini.
2. **Built Environment**, infrastruktur berkelanjutan mengacu pada desain, konstruksi, dan pengelolaan lingkungan fisik yang bertujuan untuk menciptakan ruang yang efisien, ramah lingkungan, dan nyaman bagi penghuni. Bidang yang termasuk dalam *built environment* di CSEI adalah :
- ✓ **Green Building**, penelitian berkaitan pengembangan material infrastruktur yang mendukung green building, selain itu penelitian yang berkaitan dengan standard green building sesuai dengan green ship internasional juga berdasarkan peraturan nasional dari kementerian PUPR.
 - ✓ Inovasi Pengembangan Struktur, termasuk pengembangan konsep desain awal struktur cerdas, tahan bencana dan ramah lingkungan, penggunaan material maju sebagai pengganti material struktur konvensional, *prototype elastomer* dengan *recycled material* serta elemen struktur baja komposit dan elemen peredaman gempa (*shearwall*, FVD, BRBF).
 - ✓ **Low carbon construction**, pengembangan beton ramah lingkungan berbasis material limbah, pemanfaatan *fly ash & bottom ash* sebagai material timbunan untuk mengurangi pencemaran tanah di area disposal, penggunaan material daur ulang dari kegiatan konstruksi untuk material baru, pemanfaatan lumpur LAPINDO dan limbah lainnya sebagai material konstruksi yang ramah lingkungan dan tahan gempa, pemanfaatan limbah industri sebagai material konstruksi yang ramah lingkungan.
 - ✓ **Forensic dan Sistem Monitoring Ramah lingkungan** untuk struktur bangunan, sistem monitoring untuk kerusakan dan kerentanan struktur bangunan.
 - ✓ **IoT untuk lingkungan** kawasan permukiman termasuk industri, penelitian termasuk *smart water and wastewater management*, *smart solid waste management*, *smart air pollution control*, *smart system* untuk rehabilitasi serta remediasi tanah.
 - ✓ **Smart Transportation System**, penyediaan system transportasi ramah lingkungan, sistem manajemen lalu lintas otonom yang dapat mengontrol aliran lalu lintas dan mengurangi kemacetan serta kecelakaan serta penggunaan sensor dan teknologi *internet of things* (IoT) untuk memantau dan mengelola sistem transportasi dengan lebih efisien.
 - ✓ **Smart City**, penelitian termasuk strategi inovasi *smart city*, analisis efektivitas penerapan *smart mobility* dan *smart living* serta *index* untuk menentukan sebuah kota dinyatakan *smart city*.
3. **Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya di Berbagai Media Lingkungan** yang berhubungan dengan infrastruktur dan lingkungan berkelanjutan sangat penting untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan. Berikut adalah beberapa sub topik penelitian termasuk dalam topik ini adalah:
- ✓ **Pengelolaan Lingkungan**, termasuk *ecological footprint*, pemetaan area kritis maupun tercemar, studi ekosistem mangrove sebagai penyangga bencana alam, pemetaan mikroplastik dan dampaknya, dan analisis dampak pemanasan global terhadap Infrastruktur pesisir.
 - ✓ **Penataan Kawasan Permukiman, Kawasan Pariwisata, Cagar Budaya** sebagai upaya perlindungan sumber daya, termasuk penataan urban area, penataan area pariwisata untuk menunjang sustainable tourism, penataan kawasan cagar budaya untuk perlindungan sumber daya.
 - ✓ **Pengelolaan Landscape dan Landuse**, termasuk design ruang terbuka hijau, *collective space* dengan pendekatan ruang publik yang berkelanjutan, arsitektur landscape, dan elemen fisik

- kota seperti tata guna lahan, bentuk dan massa bangunan, serta sirkulasi, pengelolaan kawasan atau area kritis seperti area lereng yang rawan longsor, dan stabilisasi lahan.
- ✓ Remediasi Lingkungan Tercemar, mencakup segala proses remediasi baik fisik, kimia maupun bioremediasi; pengembangan konsorsium mikroba untuk proses bioremediasi, teknologi phytomining dalam recovery material dari proses remediasi.
 - ✓ Pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) secara terpadu termasuk pengelolaan DAS dengan, konsep pembangunan berkelanjutan, IoT untuk pengelolaan DAS.
- 4. Penggunaan Sumber Daya Secara Efisien** dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mendukung infrastruktur yang lebih berkelanjutan serta lingkungan yang lebih sehat. Beberapa sub topik penelitian untuk topik ini adalah :
- ✓ *Recovery dan upcycling* dari Limbah, termasuk pemanfaatan biomassa dari berbagai jenis limbah, recovery material dari air limbah, upcycling limbah ban bekas, limbah konstruksi dan limbah dari infrastruktur fisik yang dapat di daur ulang dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi.
 - ✓ *Bio-engineering techniques*, pemanfaatan mikroba untuk pemeliharaan dan pengelolaan infrastruktur yang ramah lingkungan.
 - ✓ Green, Blue, dan Circular Economy (BGCE), penerapan BGCE diberbagai sektor termasuk kebijakan yang mendukung BGCE, *sustainable blue*, dan *green economy*.
 - ✓ *Green Manufacturer*, termasuk penggunaan bahan ramah lingkungan dalam proses manufaktur, efisiensi energi dalam industri manufaktur, pengelolaan limbah industri berkelanjutan, 4r dalam proses *green manufacturer*, dan pengembangan infrastruktur hijau di area manufaktur
 - ✓ *Green Supply Chain*, termasuk efisiensi energi dalam rantai pasok berkelanjutan, penerapan praktik *Green Supply Chain Management* (GSCM) dapat membantu mengelola limbah industri secara lebih efisien dan ramah lingkungan, penggunaan material ramah lingkungan dalam rantai pasok, dan dampak kualitas lingkungan dengan penerapan GSCM.

Tabel 2 Road Map Penelitian CSEI 2025-2029

Topik Penelitian	Sub topik penelitian	2025	2026	2027	2028	2029
Pencegahan Pencemaran	<i>Green Technology dan Green Industry</i>	Teknologi Hijau dalam Pengendalian Pencemaran dari lingkungan permukiman dan industri termasuk agroindustri	Teknologi Hijau dalam Pengendalian Pencemaran dari lingkungan permukiman dan industri termasuk agro industri	Teknologi Hijau dalam Pengendalian Pencemaran dari lingkungan permukiman dan industri termasuk <i>argoindustry</i>	Protipe produk teknologi hijau dan policy brief untuk teknologi hijau serta <i>green industry</i>	Protipe produk teknologi hijau dan policy brief untuk teknologi hijau serta <i>green industry</i>
	Monitoring kualitas lingkungan	Pengembangan berbagai metode monitoring kualitas lingkungan	Pengembangan berbagai metode monitoring kualitas lingkungan termasuk memanfaatkan IoT	Pengembangan berbagai metode monitoring kualitas lingkungan termasuk memanfaatkan IoT	Pengembangan peralatan untuk monitoring kualitas lingkungan	Protipe alat monitoring kualitas lingkungan

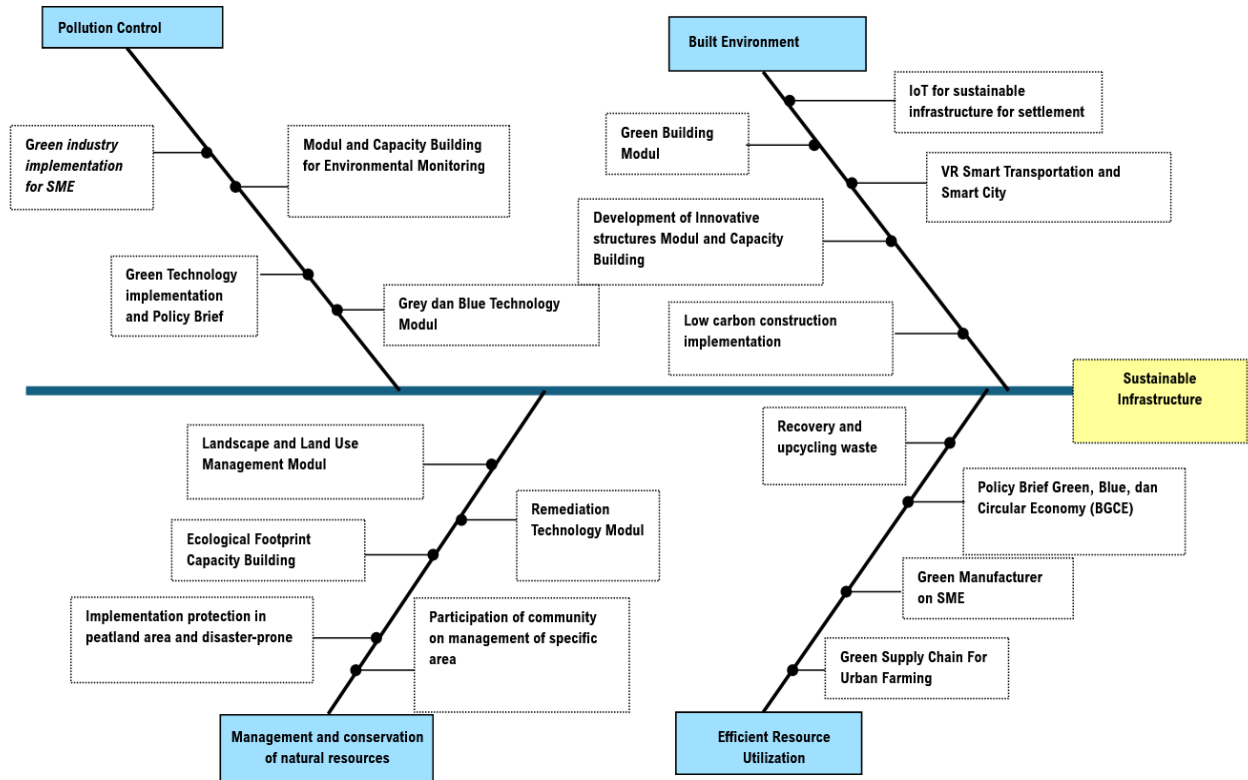
Topik Penelitian	Sub topik penelitian	2025	2026	2027	2028	2029
	<i>Grey and Blue Technology</i> dalam pencegahan pencemaran	<i>Grey and Blue Technology</i> dalam pengelolaan limbah	<i>Grey and Blue Technology</i> dalam pengelolaan limbah	<i>Grey and Blue Technology</i> dalam pengelolaan limbah	Konsep perancangan dan kebijakan kota yang mengadopsi <i>grey dan blue technology</i> dalam pengelolaan limbah	Konsep perancangan dan kebijakan kota yang mengadopsi <i>grey dan blue technology</i> dalam pengelolaan limbah
<i>Built Environment</i>	<i>Green Building</i>	<i>Green Building</i> untuk mendukung infrastruktur berkelanjutan	<i>Green Building</i> untuk mendukung infrastruktur berkelanjutan	<i>Green Building</i> untuk mendukung infrastruktur berkelanjutan	Prototipe produk untuk <i>Green Building</i> yang mendukung infrastruktur berkelanjutan	Prototipe produk untuk <i>Green Building</i> yang mendukung infrastruktur berkelanjutan
	Inovasi Pengembangan Struktur	Pengembangan konsep desain awal struktur cerdas, tahan bencana dan ramah lingkungan	Uji coba struktur cerdas, tahan bencana dan ramah lingkungan skala laboratorium	Integrasi AI pada desain struktur cerdas, tahan bencana dan ramah lingkungan	Prototipe struktur cerdas, tahan bencana dan ramah lingkungan dengan integrasi energi terbarukan	Implementasi struktur inovatif dalam tata ruang perkotaan
	Low carbon construction	Pemanfaatan limbah industri, limbah dari lingkungan permukaan atau urban mining sebagai material konstruksi yang rendah emisi karbon	Pemanfaatan limbah industri, limbah dari lingkungan permukaan atau urban mining sebagai material konstruksi yang rendah emisi karbon	Pemanfaatan limbah industri, limbah dari lingkungan permukaan atau urban mining sebagai material konstruksi yang rendah emisi karbon	Produk material baru untuk konstruksi dengan konsep <i>low carbon emission</i>	Produk material baru untuk konstruksi dengan konsep <i>low carbon emission</i>
	<i>Forensic and Sistem Monitoring</i> Ramah lingkungan untuk Struktur Bangunan	Perancangan sistem ramah lingkungan untuk monitoring struktur	Implementasi awal integrasi teknologi IoT dalam sistem monitoring ramah lingkungan	Sistem monitoring berbasis <i>real-time</i>	Integrasi SHMS dengan analisis prediktif berbasis pembelajaran mesin	Evaluasi performa dan peningkatan akurasi SHMS
	IoT untuk lingkungan Kawasan permukiman termasuk industri.	<i>Smart System</i> untuk penyediaan, pengelolaan, dan pemulihan di infrastruktur di skala kawasan	<i>Smart System</i> untuk penyediaan, pengelolaan, dan pemulihan infrastruktur di skala kawasan	<i>Smart System</i> untuk penyediaan, pengelolaan, dan pemulihan infrastruktur di skala kawasan	Protipe product IoT untuk mendukung <i>smart system</i> di suatu kawasan	Protipe product IoT untuk mendukung <i>smart system</i> di suatu kawasan
	<i>Smart Transportation System</i>	Model Transportasi berkelanjutan dan ramah lingkungan	Model transportasi berkelanjutan dan ramah lingkungan	Pengukuran Sistem transportasi berkelanjutan dan ramah lingkungan	Pengukuran Sistem transportasi berkelanjutan dan ramah lingkungan	<i>Policy brief smart transportation system</i>
	<i>Smart City</i>	Pengukuran sebuah kota	Pengukuran sebuah kota	Pengembangan model <i>smart city</i>	Pengembangan model <i>smart city</i>	Implementasi Pengembangan

Topik Penelitian	Sub topik penelitian	2025	2026	2027	2028	2029
		sebagai <i>smart city</i>	sebagai <i>smart city</i>			Model <i>Smart City</i>
Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya di Berbagai Media Lingkungan	Pengelolaan Llingkungan	Penentuan Daya Dukung. Daya Tampung Lingkungan, Daya Lenteng dan Tapak ekologi/ <i>ecological footprint</i>	Penentuan Daya Dukung. Daya Tampung Lingkungan, Daya Lenteng dan Tapak ekologi/ <i>ecological footprint</i>	Model pemanfaatan IoT dalam penentuan Daya Dukung, Daya Tampung, Daya Lenteng dan Tapak Ekologi	Model pemanfaatan IoT dalam penentuan Daya Dukung, Daya Tampung, Daya Lenteng dan Tapak Ekologi	Implementasi Model pemanfaatan IoT dalam penentuan Daya Dukung, Daya Tampung, Daya Lenteng dan Tapak Ekologi
		Pemetaan area tercemar dari berbagai media lingkungan	Pemetaan area tercemar dari berbagai media lingkungan	Pemetaan area tercemar dari berbagai media lingkungan	<i>Policy Brief</i> Pengelolaan Area Tercemar untuk Proteksi Lingkungan	<i>Policy Brief</i> Pengelolaan Area Tercemar untuk Proteksi Lingkungan
	Penataan Kawasan Permukiman, Kawasan Pariwisata, Cagar Budaya sebagai upaya perlindungan sumber daya	Kajian Pertumbuhan Kawasan Permukiman, Kawasan Pariwisata, Cagar Budaya dengan konsep <i>Sustainability - Resilient</i>	Model Kawasan dengan konsep <i>Sustainability - Resilient</i>	Model Kawasan dengan konsep <i>Sustainability - Resilient</i>	<i>Policy Brief</i> Kawasan dengan konsep <i>Sustainability - Resilient</i>	<i>Policy Brief</i> Kawasan dengan konsep <i>Sustainability - Resilient</i>
	Pengelolaan Landscape dan Landuse	Kajian Pengelolaan Landscape dan landuse	Desain Ruang Publik yang Berkelanjutan	Desain Ruang Publik yang Berkelanjutan	Penggunaan Teknologi untuk Pengelolaan Lahan dan Lanskap	Penggunaan Teknologi untuk Pengelolaan Lahan dan Lanskap
	Remediasi Lingkungan Tercemar	Pengembangan <i>Green Technology</i> untuk Remediasi Lingkungan Tercemar	Pengembangan <i>Green Technology</i> untuk Remediasi Lingkungan Tercemar	Pengembangan produk dan <i>upcycling</i> hasil proses remediasi	Pengembangan produk dan <i>upcycling</i> hasil proses remediasi	Pengembangan produk dan <i>upcycling</i> hasil proses remediasi
	Pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) secara terpadu	Kajian ketersediaan sumber air berbasis DAS	Kajian kapasitas waduk dalam penyediaan air baku	Kajian parameter fisik sebagai indikator kesehatan DAS	Kajian potensi daya rusak air pada DAS kritis	Kajian potensi pengembangan sistem tata kelola air berbasis IoT
Penggunaan Sumber Daya Secara Effisien	<i>Recovery</i> dan <i>upcycling</i> dari Limbah	Pengolahan/ <i>Up cycling</i> Limbah Domestik dan Industri, Limbah Konstruksi menjadi material baru dan energi baru terbarukan	Pengolahan/ <i>Up cycling</i> Limbah Domestik dan Industri, Limbah Konstruksi menjadi material baru dan energi terbarukan	Pengolahan/ <i>Up cycling</i> Limbah Domestik dan Industri, Limbah Konstruksi menjadi material baru dan energi terbarukan	Teknologi dan produk dari <i>upcycling</i> limbah	Teknologi dan produk dari <i>upcycling</i> limbah
	<i>Bio-engineering techniques</i> dalam bidang infrastruktur	Pengembangan mikroba untuk sebagai bahan stabilisasi tanah	Optimalisasi penerapan metode vegetasi yang efektif	Validasi terhadap hasil metode analitis dengan hasil	Konsep usulan standar peraturan penggunaan mikroba (<i>bio-</i>	Prototipe bahan tanah yang distabilisasi dengan mikroba untuk

Topik Penelitian	Sub topik penelitian	2025	2026	2027	2028	2029
			untuk perkuatan lereng	metode numerik pada permasalahan stabilitas lereng	<i>engineering</i>) dalam bidang geoteknik	memanfaatkan sumber daya secara efisien.
	<i>Green, Blue, dan Circular Economy (BGCE)</i>	Konsep Pengembangan BGCE dalam berbagai sektor prioritas Pemerintah	Konsep Pengembangan BGCE dalam berbagai sektor prioritas Pemerintah	Kebijakan BGCE yang robust dan mendukung sustainable infrastructure terutama untuk sektor prioritas	Kebijakan BGCE yang robust dan mendukung sustainable infrastructure terutama untuk sektor prioritas	<i>Policy Brief</i> BGCE Indonesia
	<i>Green Manufacturer</i>	Pengembangan proses produksi dengan menerapkan konsep keberlanjutan dan infrastruktur ramah lingkungan	Pengembangan proses produksi dengan menerapkan konsep keberlanjutan dan infrastruktur ramah lingkungan	Konsep 4R dalam proses produksi yang menunjang pengembangan industri ramah lingkungan	Konsep 4R dalam proses produksi yang menunjang pengembangan industri ramah lingkungan	Prototipe produk untuk menunjang <i>green manufacturer</i>
	<i>Green Supply Chain</i>	Teknologi hijau dalam rantai pasok dan optimalisasi proses <i>supply chain</i> untuk menghemat sumber daya	Teknologi hijau dalam rantai pasok dan optimalisasi proses <i>supply chain</i> untuk menghemat sumber daya	Penggunaan teknologi digital dan analitik data dapat mendukung praktik GSC yang lebih efisien dan ramah lingkungan	Penggunaan teknologi digital dan analitik data dapat mendukung praktik GSC yang lebih efisien dan ramah lingkungan	Produk teknologi digital yang mendukung GSC

F. PETA JALAN ABMAS

Road map dari PkM dari CSEI mengakomodir penerapan penelitian yang dilakukan pada pengembangan penelitian di pusat studi (Gambar 3). Pengabdian kepada Masyarakat bertujuan untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi guna membantu masyarakat dalam menyelesaikan permasalahan mereka. Fokusnya adalah pada dampak langsung dan praktis yang dapat dirasakan oleh masyarakat. Kegiatan abmas biasanya melibatkan interaksi langsung dengan masyarakat dan partisipasi aktif dari masyarakat dalam proses penerapan solusi. Pendekatannya lebih bersifat aplikatif dan praktis.



Gambar 3 Fishbone dari PkM CSEI 2025-2029

Pendekatan PkM atau Abmas dengan tujuan utama adalah menciptakan infrastruktur berkelanjutan yang ramah lingkungan terdiri atas beberapa topik dan sub-topik sebagai berikut :

1. **Pencegahan Pencemaran** yang diarahkan pada :

- ✓ *Green industry*, termasuk penerapan di industri terutama usaha kecil dan menengah.
- ✓ Khusus untuk teknologi hijau, peningkatan *capacity building* dan penerapan di masyarakat serta industri
- ✓ Monitoring kualitas lingkungan, peningkatan *capacity building* untuk monitoring kualitas lingkungan.
- ✓ *Grey and Blue Technology*, penyediaan teknologi tepat guna di masyarakat untuk mendukung lingkungan permukiman yang ramah lingkungan.

2. **Built Environment**, bidang yang termasuk dalam *built environment* di CSEI adalah :

- ✓ *Green Building*, modul dan *policy brief green building*, material bangunan yang bisa menunjang konsep green building.
- ✓ Inovasi Pengembangan Struktur, termasuk penyusunan modul dan pelatihan untuk menentukan jenis jenis tanaman di kota dalam menunjang program Indonesia Hijau yang tidak merusak infrastruktur eksisting yang ada seperti jalan dan saluran drainase.
- ✓ *Low carbon construction*, penerapan material *low carbon konstruksi* di masyarakat.
- ✓ IoT untuk lingkungan kawasan permukiman termasuk industri, penerapan IoT pada skala tertentu seperti sekolah dan usaha kecil menengah.

- ✓ *Smart Transportation System*, membuat virtual reality tentang *smart transportation system*
- ✓ *Smart City*, *index readiness level* untuk bidang infrastruktur lingkungan.

3. **Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya di Berbagai Media Lingkungan** yang termasuk dalam topik ini adalah:

- ✓ Pengelolaan Lingkungan, termasuk pemetaan kawasan kritis, pemetaan kawasan gambut dan kawasan spesifik lainnya.
- ✓ Penataan Kawasan Permukiman, Kawasan Pariwisata, Cagar Budaya sebagai upaya meningkatkan perlindungan sumber daya, penataan kawasan rawan bencana seperti lereng dan aktivitas penataan kawasan cagar budaya.
- ✓ Pengelolaan Landscape dan Landuse, partisipasi masyarakat dalam pengelolaan landscape dan landuse
- ✓ Remediasi Lingkungan Tercemar, capacity building dan modul untuk remediasi lingkungan, implementasi produk bioteknologi seperti mikroba untuk pengelolaan dan perlindungan lingkungan di masyarakat.

4. **Penggunaan Sumber Daya Secara Effisien**, beberapa sub topik ABMAS untuk topik ini adalah :

- ✓ Recovery dan upcycling dari Limbah, modul dan pelatihan recovery limbah menjadi material baru terutama material konstruksi dan proses upcycling.
- ✓ Green, Blue, dan Circular Economy (BGCE), policy brief terkait BGCE
- ✓ Green Manufacturer, penerapan green manufacturing pada SME
- ✓ Green Supply Chain, penerapan urban farming di masyarakat untuk mengurangi ketergantungan supply dan efisiensi

Tabel 3 Road Map Pengabdian Pada Masyarakat CSEI 2025-2029

Topik Abmas	Sub topik Abmas	2025	2026	2027	2028	2029
Pencegahan Pencemaran	<i>Green Technology dan Green Industry</i>	Teknologi Hijau dalam Pengendalian Pencemaran dari lingkungan permukiman dan SME industri	Teknologi Hijau dalam Pengendalian Pencemaran dari lingkungan permukiman dan SME industri	Teknologi Hijau dalam Pengendalian Pencemaran dari lingkungan permukiman dan SME industri	<i>Policy Brief</i> terkait dengan Penerapan <i>Green Technology</i> dan Green Industri untuk SME	<i>Policy Brief</i> terkait dengan Penerapan <i>Green Technology dan Green Industri</i> untuk SME
	Monitoring kualitas lingkungan	Pengembangan Teknik Sampling kualitas air, tanah, dan udara	Pengembangan Teknik Sampling kualitas air, tanah, dan udara	Pengembangan Teknik Sampling kualitas air, tanah, dan udara	Modul Teknik Sampling dalam berbagai media lingkungan	Modul Teknik Sampling dalam berbagai media lingkungan
	<i>Grey and Blue Technology</i>		Penyediaan konsep <i>grey dan blue technology</i>	Penyediaan konsep <i>grey dan blue technology</i>	<i>Policy Brief</i> untuk penerapan <i>grey dan blue technology</i>	<i>Policy Brief</i> untuk penerapan <i>grey dan blue technology</i>
<i>Built Environment</i>	<i>Green Building</i>	Pengembangan konsep <i>green building</i> pada Kawasan spesifik seperti sekolah	Pengembangan konsep <i>green building</i> pada Kawasan spesifik seperti sekolah	Pengembangan konsep <i>green building</i> pada Kawasan spesifik seperti sekolah	Modul dan <i>policy brief</i> untuk <i>Green Building</i>	Modul dan <i>policy brief</i> untuk <i>Green Building</i>

Topik Abmas	Sub topik Abmas	2025	2026	2027	2028	2029
	<i>Low carbon construction</i>	Pemanfaatan <i>low carbon construction</i> di lingkungan permukiman	Modul <i>low carbon contruction</i> untuk infrastruktur berkelanjutan	Pemanfaatan <i>low carbon contruction</i> di lingkungan permukiman	Modul <i>low carbon contruction</i> untuk infrastruktur berkelanjutan	<i>Policy Brief</i> untuk <i>low carbon construction</i>
	IOT untuk lingkungan Kawasan permukiman termasuk industri		IOT yang dipasang di skala kawasan unuk menunjang pengelolaan ramah lingkungan dan pelestarian kawasan	IOT yang dipasang di skala kawasan unuk menunjang pengelolaan ramah lingkungan dan pelestarian kawasan	IOT yang dipasang di skala kawasan unuk menunjang pengelolaan ramah lingkungan dan pelestarian kawasan	IOT yang dipasang di skala kawasan unuk menunjang pengelolaan ramah lingkungan dan pelestarian kawasan
	Inovasi Pengembangan Struktur	Kajian dan <i>Capacity Building</i> Jenis-jenis tumbuhan untuk mencegah kerusakan infrastruktur pemukiman dan perkantoran	Kajian dan <i>Capacity Building</i> Jenis-jenis tumbuhan untuk mencegah kerusakan infrastruktur pemukiman dan perkantoran	Kajian dan <i>Capacity Building</i> Jenis-jenis tumbuhan untuk mencegah kerusakan infrastruktur pemukiman dan perkantoran	Kajian dan <i>Capacity Building</i> Jenis-jenis tumbuhan untuk mencegah kerusakan infrastruktur pemukiman dan perkantoran	Modul pada Kementerian PUPR untuk Jenis-jenis tumbuhan untuk mencegah kerusakan infrastruktur pemukiman dan perkantoran
	<i>Smart transportation system</i>	Modul transportasi ramah lingkungan	Membangun VR model untuk transportasi ramah lingkungan	Membangun VR model untuk transportasi ramah lingkungan	Implementasi VR model untuk transportasi ramah lingkungan	Implementasi VR model transportasi ramah lingkungan
	<i>Smart City</i>	Pengukuran Behavior Intension Masyarakat dalam menerapkan <i>smart city</i>	<i>Readiness level smart city</i> untuk bidang infrastruktur dan lingkungan	<i>Readiness level smart city</i> untuk bidang infrastruktur dan lingkungan	<i>Readiness level smart city</i> untuk bidang infrastruktur dan lingkungan	<i>Index Readiness level smart city</i> untuk bidang infrastruktur dan lingkungan
Pengelolaan dan perlindungan Sumber Daya Alam di Berbagai media lingkungan	Pengelolaan Lingkungan	<i>Capacity Building</i> dalam pengelolaan lingkungan	<i>Capacity Building</i> dalam pengelolaan lingkungan	<i>Capacity Building</i> dalam pengelolaan lingkungan	<i>Capacity Building</i> dalam pengelolaan lingkungan	<i>Capacity Building</i> dalam pengelolaan lingkungan
			Pemanfaatan lumpur Lapindo sebagai substitusi material timbunan ringan untuk perlindungan lingkungan	Pemanfaatan lumpur Lapindo sebagai substitusi material timbunan ringan untuk perlindungan lingkungan	Pembuatan alat untuk produksi Material	Aplikasi penerapan dilapangan
	Penataan Kawasan Permukiman,	Partisipasi Masyarakat dan Aspek	Partisipasi Masyarakat dan Aspek	Partisipasi Masyarakat dan Aspek Sosial	Partisipasi Masyarakat dan Aspek Sosial	Partisipasi Masyarakat dan Aspek Sosial

Topik Abmas	Sub topik Abmas	2025	2026	2027	2028	2029
	Kawasan Pariwisata, dan Cagar Budaya	Sosial Ekonomi dalam Penataan Kawasan	Sosial Ekonomi dalam Penataan Kawasan	Ekonomi dalam Penataan Kawasan	Ekonomi dalam Penataan Kawasan	Ekonomi dalam Penataan Kawasan
	Pengelolaan Landscape dan Landuse		Pengelolaan Landscape dan Landuse pada lahan kritis seperti lahan rawan longsor	Pelaksanaan Sumur-sumur vertical di masyarakat untuk lahan kritis	Pengamatan pelaksanaan Sumur-sumur vertical di masyarakat untuk lahan kritis	Pembuatan pedoman pelaksanaan dilapangan
		Penerapan Pengelolaan Landscape dan Landuse untuk mengurangi jejak karbon	<i>Capacity Building</i> Pengelolaan Landscape dan Landuse untuk mengurangi jejak karbon	Penerapan Pengelolaan Landscape dan Landuse untuk mengurangi jejak karbon	<i>Capacity Building</i> Pengelolaan Landscape dan Landuse untuk mengurangi jejak karbon	Modul Pengelolaan Landscape dan Landuse untuk mengurangi jejak karbon
	Remediasi Lingkungan Tercemar	Pemulihan Kualitas Lingkungan	Pemulihan Kualitas Lingkungan	Penyusunan Modul Pemulihan Kualitas Lingkungan	Penyusunan Modul Pemulihan Kualitas Lingkungan	Penyusunan Modul Pemulihan Kualitas Lingkungan
Penggunaan Sumber Daya Yang Effisien	<i>Recovery</i> dan <i>upcycling</i> dari Limbah	Penerapan Teknologi Tepat Guna untuk recovery limbah	Penerapan Teknologi Tepat Guna untuk recovery limbah	Penerapan Teknologi Tepat Guna untuk recovery limbah	Policy Brief untuk teknologi tepat guna dalam recovery limbah	Policy Brief untuk teknologi tepat guna dalam recovery limbah
	<i>Green, Blue, dan Circular Economy</i> (BGCE)	<i>Capacity Building</i> yang mendorong BGCE	<i>Capacity Building</i> yang mendorong BGCE	<i>Capacity Building</i> yang mendorong BGCE	Penerapan Model Kebijakan dan Skenario yang mendorong BGCE.	Penerapan Model Kebijakan dan Skenario yang mendorong BGCE
	Green Manufacturer	<i>Capacity building</i> untuk praktik <i>green manufacturer</i> bagi pemilik usaha kecil dan menengah.	<i>Capacity building</i> untuk praktik <i>green manufacturer</i> usaha kecil dan menengah.	<i>Capacity building</i> untuk praktik <i>green manufacturer</i> bagi pemilik usaha kecil dan menengah.	Modul <i>green manufacturer</i> untuk SME	Modul <i>green manufacturer</i> untuk SME
	<i>Green Supply Chain</i>		Pemanfaatan lahan kosong untuk <i>urban farming</i> secara organik. mengurangi kebutuhan pengiriman produk dari luar daerah, mengurangi jejak karbon.	Pemanfaatan lahan kosong untuk <i>urban farming</i> secara organik. mengurangi kebutuhan pengiriman produk dari luar daerah, mengurangi jejak karbon.	Pemanfaatan lahan kosong untuk <i>urban farming</i> secara organik. mengurangi kebutuhan pengiriman produk dari luar daerah, mengurangi jejak karbon.	Pemanfaatan lahan kosong untuk <i>urban farming</i> secara organik. mengurangi kebutuhan pengiriman produk dari luar daerah, mengurangi jejak karbon.

G. TEMA UNGGULAN 2025-2029

CSIE dalam periode 2025-2029 akan mengarahkan penelitian dan PkM untuk mendukung tercapainya net zero emission Indonesia tahun 2060. Tema yang akan diangkat dalam 5 tahun ke depan terutama mengarah pada produk **sustainable infrastructure** yang menunjang target zero waste management serta efisiensi penggunaan sumber daya dengan mengarah pada **IoT dalam bidang infrastruktur, inovasi dalam bidang infrastruktur yang ramah lingkungan, low carbon technology** dan **recovery dari limbah**.

PkM dalam 5 tahun ke depan mempunyai beberapa tema unggulan terutama untuk kawasan khusus seperti area rawan gempa dan lahan kritis serta lahan gambut. Selain itu gerakan penyediaan infrastuktur ramah lingkungan di lokasi sekolah dan gerakan penyediaan air bersih juga menjadi topik unggulan dalam PkM.

CSIE akan menjadi rujukan nasional dan kolaborator internasional dalam **low carbon technology** dan **policy untuk menunjang sustainable infrastructure** dengan target dalam 5 tahun adalah **20 kerjasama internasional dalam bidang terkait**. Penelitian dan PkM akan menghasilkan **10 policy brief** atau **modul** berkaitan dengan **sustainable infrastructure**. Selain itu dalam target PkM CSIE mempunyai target menghasilkan lebih dari **200 profesional dalam bidang lingkungan dan infrastruktur** dengan memperhatikan kebutuhan professional skala nasional dan internasional

H. STRATEGI IMPLEMENTASI

Program Kerja dari CSEI akan menuangkan strategi implementasi dalam mencapai tujuan penelitian dan PkM yang sudah ditetapkan. Strategi yang dikembangkan adalah “COLLABCAB” yang meliputi **collaboration -joint research-publication-dissemination-promotion-capacity building**. Rincian program kerja adalah :

1. Peningkatan kerjasama internal di ITS dan skala lokal dengan pemerintah daerah terutama daerah Jawa Timur dan Indonesia bagian Timur.
2. Peningkatan kerja sama nasional dengan perguruan tinggi lain dan juga dengan kementerian terkait, dengan mengadakan webinar, seminar dan promosi CSEI ke stakeholder terkait.
3. Peningkatan proyek berbasis infrastruktur dan lingkungan
4. Peningkatan kerjasama internasional dan menjalankan kerjasama yang masih akan dilaksanakan sampai dengan 2028. Kerjasama bukan hanya dalam bidang penelitian namun termasuk PkM yang dilakukan dengan bekerjasama dengan departemen dan internasional office ITS.
5. Peningkatan Publikasi dan Joint Publikasi untuk menunjang WCU ITS
6. Mengadakan seminar internasional, webinar dan workshop terkait dengan topik topik terkait yang dikembangkan di CSEI.
7. Mengadakan pelatihan professional dengan PEMDA dan Industri serta stakeholder lain bekerjasama dengan departemen dan pusat studi lainnya.
8. Merencanakan pelatihan dengan konsep sertifikasi terutama untuk pelatihan dengan LPJP dan LSP P3.

I. LAYANAN DARI CSEI

Sebagai pusat studi CSEI mempunyai layanan kegiatan terkait dengan pelatihan untuk anggota secara internal maupun pelatihan untuk eksternal terutama pelatihan dalam bidang infrastruktur dan lingkungan. Selain itu layanan jasa konsultasi perijinan lingkungan termasuk analisis dampak lingkungan, perencanaan teknis baik untuk limbah B3, limbah cair dan emisi. Ada juga jasa penyusunan untuk indeks kualitas lingkungan dan indeks respon, penyusunan buku putih sanitasi, penyusunan master plan, RTRW, RDTRK dan penyusunan PROPER untuk industri.

J. PENUTUP

Perkembangan infrastruktur dan permasalahan lingkungan berubah dengan sangat cepat dan sangat dinamis. *Road map* penelitian dan PkM CSEI dibuat fleksible dan sangat terbuka untuk mengakomodir perubahan yang terjadi serta penelitian yang bersifat multidisiplin. Produk ini disusun atas kerjasama semua anggota CSEI yang aktif berkontribusi dan menyumbangkan pikiran berkaitan dengan kemungkinan perubahan ke depan dengan mengacu pada isu-isu global dan nasional termasuk perkembangan prioritas penelitian nasional di tahun 2025-2029.