

## Berpikir Sistem secara Kritis pada Rancangan Sirkular Ekonomi pada Pemukiman

Rachmawati Wangsaputra\*

Institut Teknologi Bandung; email: [rwangsap@itb.ac.id](mailto:rwangsap@itb.ac.id)

\* Corresponding author

### Abstrak

*Ekonomi Sirkular (ES) bertujuan memanfaatkan sampah secara maksimal sehubungan menipisnya sumber daya alam; melawan model linier tradisional “ambil-buat-buang” menjadi “ambil - buat-olah – manfaat”. ES meliputi prinsip perancangan limbah, penggunaan produk dan bahan secara berulang dan meregenerasi sistem alami. Dalam menavigasi proses transformasi menuju ekonomi sirkular, berpikir sistem kritis/critical system thinking (CST) sangat dibutuhkan dalam menganalisis, merancang, dan menerapkan ES. Transisi dari linear model menuju ES utamanya pada perubahan paradigma cara masyarakat mendekati pemanfaatan sumber daya dan pengelolaan limbah. CST menawarkan perspektif sangat penting dalam menavigasi kompleksitas ini, menekankan pemahaman mendalam tentang sistem, putaran umpan balik, dan struktur mendasar yang membentuknya. Banyaknya program ES yang berhenti di tengah jalan tidak berlanjut dan status penanganan sampah kota tetap tidak baik disertai berkembangnya keilmuan Berpikir Sistem hingga Berpikir Sistem Kritis, melatarbelakangi penelitian, analisis dilakukan baik terhadap rancangan dan implementasi ES juga terhadap kerangka CST. Tujuan penelitian adalah pengayaan pada keilmuan CST dengan mengimplementasikan pada sistem persampahan pemukiman. Integrasi prinsip CST dalam konteks ekonomi sirkular dieksplor, berfokus pada potensinya untuk mengatasi tantangan keberlanjutan yang kompleks, mendorong inovasi, dan mendorong perubahan sistemik. Metoda yang dilakukan adalah mensintesa metoda berpikir sistem kritis yang tepat untuk masalah SE dan pada setiap tahapannya dikuatkan menggunakan prinsip berpikir kritis; setelah formulasi masalah ditetapkan menggunakan Berpikir Sistem, prinsip design thinking digunakan dalam merancang. Studi kasus berbasis kerangka kerja CST, menggambarkan penerapan praktis CST untuk meningkatkan ketahanan dan keberlanjutan inisiatif ekonomi sirkular. Perancangan dan implementasi diterapkan di daerah kabupaten Bandung pada kurun waktu 2020-2023. Hasil penelitian adalah (i) pengayaan pada keilmuan Berpikir Sistem Kritis dan (ii) panduan merancang Ekonomi Sirkular untuk pemukiman.*

**Keyword:** *Ekonomi Sirkular, Berpikir Sistem Kritis, Solid Waste Management*

### Abstrak

*Circular Economy (ES) aims to make maximum use of waste due to the depletion of natural resources; against the traditional linear model of “take-make-waste” to “take-make-use-benefit”. ES includes the principles of waste design, repeated use of products and materials and regenerating natural systems. In navigating the transformation process towards a circular economy, critical systems thinking (CST) is needed in analyzing, designing and implementing ES. The transition from linear models to ES is primarily a paradigm shift in the way society approaches resource utilization and waste management. CST offers a critical perspective in navigating this complexity, emphasizing a deep understanding of systems, feedback loops, and the underlying structures that shape them. Many ES programs that stop midway do not continue and the status of city waste handlers remains poor, accompanied by the development of Systems Thinking to Critical Systems Thinking, the background for research, analysis carried out both on the design and implementation of ES as well as on the CST framework. The aim of the research is to enrich CST knowledge by*

*implementing it in residential waste systems. The integration of CST principles in the context of a circular economy is explored, focusing on its potential to address complex sustainability challenges, foster innovation and drive systemic change. The method used is to synthesize critical systems thinking methods that are appropriate for SE problems and at each stage it is strengthened using the principles of critical thinking; After the problem formulation is determined using Systems Thinking, design thinking principles are used in designing. A case study based on the CST framework, illustrating the practical application of CST to increase the resilience and sustainability of circular economy initiatives. The design and implementation will be implemented in the Bandung district in the 2020-2023 period. The results of the research are (i) enrichment of the science of Critical Systems Thinking and (ii) guidance on designing a Circular Economy for residential areas.*

**Keywords:** circular economy, critical system thinking, solid waste management

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *System Design & Engineering*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Wangsaputra, R. (2023). Berpikir Sistem secara Kritis pada Rancangan Sirkular Ekonomi pada Pemukiman. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 1005-1016.

## 1. Latar Belakang

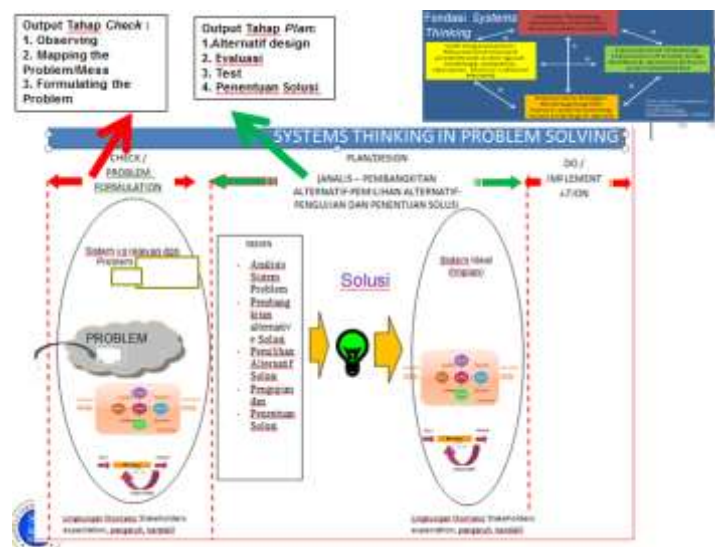
Penelitian ini mengaplikasikan metoda Berpikir Sistem dan Berpikir Sistem Kritis untuk perwujudan Ekonomi Sirkular dilakukan dari tahun 2020 hingga saat ini. Pada tahun 2020 penelitian ini mendapatkan pembiayaan dari ITB, untuk tahun 2022-2023, penelitian terus berlanjut. Lokasi penelitian adalah di kabupaten Bandung area kelurahan Cibeunying Kecamatan Cimencyan dan di kota Bandung di kampung Cisatu meliputi Bank Sampah Sesama.

## 2. Metode

Tujuan penelitian adalah merumuskan penerapan berpikir sistem pada kasus rancangan Ekonomi Sirkular; metodologi berpikir sistem digunakan. Berdasarkan studi pustaka banyak pengembang teori dan metodologi berpikir sistem; pada penelitian ini dilakukan sintesa, terutama pada tahapan memformulasikan masalah. Dasar penggabungan atau pun pengurangan adalah berdasarkan kelengkapan/kesempurnaan metodologi.

Wangsaputra telah melakukan penggabungan antar metodologi yang dikembangkan oleh Daellenbach dan Mc.Nickle dan Gharajedhagi dan pada penelitian ini digabungkan lagi dengan SSM dari Checkland.

Gambar 1 menunjukkan konteks dalam memecahkan permasalahan. Pada intinya, ada sistem yang bermasalah yang harus dipahami kenapa masalah itu terjadi, kemudian ada sistem impian yang ingin dicapai, dan harus dicarikan solusi agar terjadi transformasi dari sistem yang bermasalah menjadi sistem yang ideal.



**Gambar 1.** Pandangan Sistem saat Penyelesaian Masalah

Hasil sintesa metodologi Berpikir Sistem Kritis adalah:

- Langkah-1: Cek apakah problem lebih mendekati hard OR atau Soft OR / *soft system*. Metodologi Berpikir Sistem muncul sekitar tahun 1940 an; pada tahun 1960 Churchman mulai menunjukkan kekhawatirannya tentang Berpikir Sistem yang didominasi oleh model matematika dan kurang tepat untuk problem keputusan level eksekutif. Sekitar tahun 1970-an Beer mengembangkan Berpikir Sistem untuk problem” yang lebih *soft* terbentuk 2 (dua) jenis Berpikir Sistem untuk problem Hard OR atau problem soft OR. Sekitar tahun 1980 mulai dikembangkan Berpikir Sistem Kritis dimana utamanya kekritisian dilakukan pada penentuan boundary sistem.

- Langkah-2: sesuai of Checkland *soft systems methodology*

### 2.1. Rangkuman situasi problem

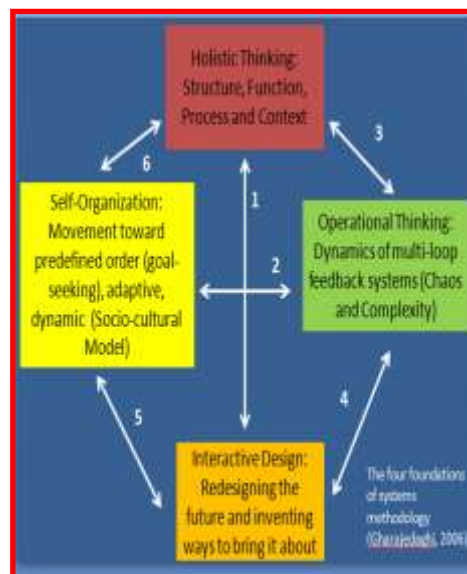
Untuk merangkum situasi problem, identifikasi dan deskripsikan sistem dimana problem berada. Pendeskripsian sistem pada penelitian ini adalah sintesa dari pendeskripsian sistem dari Daellenbach- Mc.Nickels, Gharajedhaghi dan CATWOE (dikenalkan oleh Checkland). Deskripsi sistem meliputi: (i) tujuan – (ii) elemen sistem / aktor, (iii) interaksi dan (iv) perilaku sistem (*emergent properties*), (v) proses transformasi dari input menjadi output, (vi) boundary / batas sistem dan (vii) konteks (dilihat dari kelima dimensi sistem dan pandangan/tuntutan luar/lingkungan terhadap masalah yang ada).

### 2.2. Identifikasikan alternatif problem dari berbagai sudut pandang/ alternatif tema problem

2.2.1. Lakukan *gap analysis* dari berbagai sudut pandang (*stakeholder*) dan bangkitkan beberapa alternatif problem dari berbagai sudut pandang atau alternatif tema problem.

2.2.2. Lakukan identifikasi akar masalah dan strukturkan masalahnya. Dalam menstrukturkan masalah, mulai gunakan fondasi berpikir sistem dari Gharajedhagi, seperti terlihat pada gambar 2.

Untuk dapat menjamin tercapainya tujuan Berpikir Sistem, yang meliputi (i) memahami *wholism*, (ii) mengidentifikasi struktur yang mendasari kompleksitas, (iii) memahami interelasi dan perilaku sistem dan (iv) menentukan alternatif solusi berdaya-ubah terbesar, Gharajedaghi (2006) mengembangkan 4 (empat) fondasi Berpikir Sistem yaitu: (i) Berpikir Holistik (iterasi struktur-fungsi-proses-konteks), (ii) Berpikir Operasional (dinamika dari *multi-loop feedback system*) untuk memahami *Chaos* dan *Complexity*, (iii) Perancangan Interaktif (*Interactive Design*) dan (iv) *Self Organization* (lihat Gambar 5.)



Gambar 2. Fondasi Berpikir Sistem

- 2.3. Formulasikan *root definition* / definisi mendasar dari tiap tema menggunakan CATWOE  
Pada metoda Daellenbach- Mc. Nickle, setelah merangkum situasi, dan identifikasi akar masalah, tahapan berikutnya adalah menetapkan sistem relevan (*boundary judgment*) dan menetapkan 6 (enam) elemen masalah (pengambil keputusan-tujuan-ukuran kinerja-kriteria keputusan- alternatif solusi-konteks).
- 2.4. Bangun sistem konseptual untuk setiap tema problem.  
Dalam membangun model konseptual ini, fondasi berpikir sistem digunakan kembali.
- 2.5. Bandingkan model konseptual dengan tindakan nyata di dunia nyata.  
Evaluasi kekurangan dan kelebihanannya.
- 2.6. Bahas kemungkinan perubahan dimana keduanya secara sistematis memang dibutuhkan dan memungkinkan dilakukan secara budaya.

2.7. Lakukan aksi untuk menyelesaikan problem (implementasi).



Gambar 3. Metodologi SSM Checkman (Sumber: Daellenbach dan McNickle, 2015)

2.2 Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah seni menganalisis dan mengevaluasi pemikiran dengan pandangan untuk meningkatkan kualitas pemikiran (Paul dan Elder, 2015). Pemikir kritis terlihat dari kemampuan: (i) mengajukan pertanyaan dan permasalahan penting, merumuskannya dengan jelas dan tepat; (ii) mengumpulkan dan menilai informasi yang relevan, menggunakan ide-ide abstrak untuk menafsirkannya secara efektif; (iii) mengambil kesimpulan dan solusi yang masuk akal, mengujinya berdasarkan kriteria dan standar yang relevan; (iv) berpikir terbuka dalam sistem pemikiran alternatif, mengakui dan menilai, jika perlu, asumsi, implikasi, dan konsekuensi praktisnya; (v) berkomunikasi secara efektif dengan orang lain dalam mencari solusi masalah yang kompleks. Berpikir kritis adalah pemikiran yang mengarahkan diri sendiri, mendisiplinkan diri, memantau diri sendiri, dan mengoreksi diri sendiri. Hal ini membutuhkan standar keunggulan yang ketat dan perintah yang cermat dalam penggunaannya. Hal ini memerlukan kemampuan komunikasi dan pemecahan masalah yang efektif serta komitmen untuk mengatasi egosentrisme dan sosiosentrisme diri (Simon, 2011).

Delapan elemen pemikiran adalah: (i) Tujuan (Purpose), (ii) Pertanyaan, (iii) Informasi, (iv) Interpretasi / interference, (v) Konsep, (vi) Asumsi), (vii) Implikasi dan Konsekuensi dan (viii) Sudut Pandang.

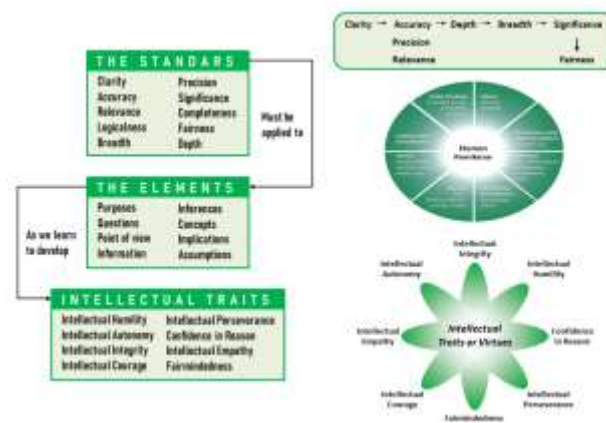
Pemikir Kritis secara rutin menjalankan standard intelektual yaitu: (i) clarity, (ii) accuracy, (iii) precision, (iv) relevance, (v) depth, (vi) breadth, (vii) significance, (viii) fairness, (ix) logicalness, (x) fairness, (xi) completeness, (xii) significance dan (xiii) precision yang selalu dilakukan pada 8 (delapan) elemen pemikiran untuk mencapai sifat intelektual yaitu: (i) kerendahan hati intelektual, (ii) otonomi intelektual, (iii) integritas intelektual, (iv) keberanian intelektual, (v) ketekunan intelektual (*perseverance intellectual*), (vi) keyakinan pada akal (*confidence in reason*), (vii) empati intelektual dan (viii) keadilan (*fairmindedness*).



**Tabel 1. Delapan Elemen Pemikiran**

No.	Elemen	Daftar Pengecekan
1	Purpose	Maksud dan tujuan riset harus dinyatakan secara jelas Tujuan-tujuan terkait harus secara eksplisit dibedakan Seluruh segmen riset harus relevan dengan maksud riset Semua tujuan riset harus realistis dan signifikan
2	Pertanyaan Fundamental – problem -issue	Pertanyaan fundamental harus dinyatakan secara jelas Pertanyaan terkait harus dapat dibedakan dan dibedakan Semua pertanyaan riset harus realistis dan signifikan
3	Asumsi	Secara jelas identifikasi dan ases asumsi dari riset Jelaskan bagaimana asumsi yang digunakan akan membentuk sudut pandang riset
4	Sudut Pandang atau kerangka acuan	Semua sudut pandang harus diidentifikasi Keberatan dari sudut pandang berbeda wajib diidentifikasi dan dibahas / ditangani / diatasi.
5	Data Informasi-bukti	Semua data harus clear – akurat-relevan pada pertanyaan fundamental Informasi yang dikumpulkan harus cukup Informasi kontrari harus dapat dijelaskan
6	Konsep dan Theori - Ide	Kejelasan dari konsep kunci (key concept) Ases signifikansi konsep kunci dari riset
7	Inferences dan Interpretation	Semua kesimpulan harus jelas, akurat dan relevan dengan pertanyaan penelitian Pengambilan keputusan tidak melebihi dari implikasi data Pengambilan keputusan harus konsisten dan reconcilable dari perbedaan-perbedaan
8	Implikasi dan Konsekuensi	Telusuri implikasi dan konsekuensi dari suatu riset Cari implikasi negatif dan positif Pertimbangkan semua significant implikasi

Gambar 4. menunjukkan keterhubungan antar standar intelektual, element pemikiran dan sifat intelektual. Pada setiap tahapan metodologi Berpikir Sistem Kritis dilakukan pemenuhan standar pada setiap elemen pemikiran agar tercapai sifat intelektual.



**Gambar 4. Standar Intelektual – Elemen Pemikiran – Sifat Intelektual**  
(Sumber: Paul dan Elder, 2014)

### 2.3 Berpikir Sistem Kritis

Berpikir Sistem Kritis' (CST) diciptakan pada akhir tahun 1980-an berdasarkan 2 (dua) penelitian yang berbeda yang membutuhkan pendekatan yang lebih komprehensif dan kritis terhadap pemikiran sistem (Ulrich, 2003 dalam Daellenbach dan McNickle, 2015). Penelitian pertama adalah karya Ulrich tentang Critical System Heuristic (CSH) pada akhir 1970-an dan awal 1980-an. Pendorong utama adalah pengembangan fondasi filosofis dalam berpikir sistem secara kritis untuk ekbutusan praktek professional dilandasi teori filosofis dan sosial

dari Kant (1781), Peirce (1878), Churchman [1968, 1971], dan Habermas [1971]; dimana konsep intinya adalah penentuan boundary. Penelitian kedua adalah karya Jackson dan Keys di Universitas Hull pada pertengahan hingga akhir 1980-an yang bertujuan untuk mengembangkan kerangka kerja untuk praktik profesional yang kritis melalui **kesadaran kritis** dan **pemahaman tentang kekuatan dan kelemahan metodologi** dan sifat dari situasi masalah yang dimaksud. Penekanan khusus diberikan pada implikasi dari perbedaan hubungan kekuasaan di antara para pemangku kepentingan. Salah satu kritiknya adalah bahwa jenis perdebatan yang terbuka, tidak terkekang, dan partisipatif di antara para pemangku kepentingan, yang diandaikan oleh banyak pendekatan OR yang lunak, tidak dapat dicapai, dan bahwa mekanisme khusus untuk membebaskan semua pemangku kepentingan harus disediakan untuk memberikan hasil yang sesuai dengan aspirasi mereka di tengah-tengah kekuasaan yang bersifat koersif.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada penerapan Berpikir Sistem Kritis, teori sistem digunakan dalam setiap tahapan Berpikir Sistem. Permasalahan awal adalah ketidakpuasan tentang pengelolaan sampah di Indonesia dan juga kebutuhan pasokan Energi Baru Terbarukan (EBT). Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) mulai kewalahan menampung sampah karena sistem pakai-buang-dump, kemudian ada ide mengolah sampah organik menjadi pelet biomasa, sehingga muncul ide untuk pengelolaan sampah organik di kota menjadi pelet biomassa.

#### 3.1 Situasi Permasalahan.

Diawali dengan tema sampah organik kota dan energi baru terbarukan (EBT); dengan tujuan ingin memanfaatkan sampah organik untuk dijadikan pelet biomassa; sehingga sampah daun tersolusikan dan pasokan pelet biomassa meningkat. *Decision Maker* pada masalah awalnya adalah institusi pendidikan (ITB) yang ingin berkontribusi pada masyarakat bersumbangsih menyelesaikan permasalahan sampah dan juga berkontribusi pada produksi pelet biomassa (sering disebut batubara nabati) untuk menggantikan batubara yang digunakan di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Tabel 2 menunjukkan CATWOE untuk sistem dimana problem ini berada.

#### 3.2 Bangkitkan alternatif problem dari sudut pandang lain / alternatif tema problem

Saat studi awal telah dilakukan analisis sistem dan sudah dirancang sistem berkelanjutan dan arahnya adalah menumbuhkan ecopreneur pelet biomassa; lokasi rancangan salah satunya adalah di Kabupaten Bandung. Perumusan masalah diawal adalah: DM: institusi pendidikan, ukuran kinerja: tumbuh 1 (satu) ecopreneur sampah yang mampu memproduksi pelet biomasa secara rutin dan berhasil menjual, tujuan sistem adalah: sampah organik termanfaatkan dan tumbuhnya ecopreneur pelet biomasa, alternatif solusi: melatih dan mendampingi tenan, konteks: kontribusi mengurangi dan memanfaatkan sampah organik dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Rencana awal adalah melatih warga agar dapat membuat pelet biomasa dan membantu di area penjualan; dalam perjalanannya ditemukan permasalahan, dan disadari bahwa rancangan seharusnya holistic pada iterasi pertama. Problem yang dihadapi adalah mendapat pasokan daun tidak mudah dan jika pemasaran belum lancar, bisnis pelet biomassa sulit bergulir, akhirnya akademisi bergerak menjadi Balai Pelatihan dan Pendamping ecopreneur sampah.

**Tabel 2. CATWOE**

		Iterasi-1	Iterasi-2
Customer	Siapa yang akan mengambil keuntungan dari proses bisnis dan bagaimana issue ini akan berdampak pada mereka	PLTU Warga yang menggunakan kompor biomassa	masyarakat
Actor	Siapa saja aktor dalam situasi ini	tenan	Bank Sampah Akademisi
Transformation	Transformasi apa yang menjadi hal utama pada sistem	Mengubah sampah organik menjadi pelet biomassa ITb sebagai unsur akademik, memilih tenan dan Community untuk mau mengolah sampah daun menjadi pelet biomasa ITB membantu pemasaran	Bank Sampah membantu warga dan Government agar tercapai <i>zero waste</i>  Bank sampah
World View	Apa big picture dan apa dampak besar dari issue ini	Penggunaan batubara digantikan dengan pelet biomasa batubara nabati	Pemerintah faktanya sudah tidak sanggup menangani sampah dengan cara landfill dan polusi sudah banyak terjadi; seluruh warga harus berpartisipasi
Owner	Siapa yang memiliki proses dan situasi yang sedang dicek dan apa peran mereka dalam soulsi	Awalnya tidak jelas	
Environment	Apa saja kendala yang akan berdampak pada solusi dan kesuksesannya	Kendala: pasokan daun tidak mudah juga di dapat; sehingga tenan diharapkan memang yang berkaitan langsung dengan bisa mengakses sampah dedaunan  Harga pelet biomasa yang sudah ada sudah emncapai Rp. 800/kg, sudah siap pakai dan kualitas bagus. Proses yang dilakukan tenan belum bisa mengejar skala ekonomis.	

Untuk menjaga lebih berkelanjutan pada iterasi ke-2, ITB sebagai unsur akademik lebih berfokus pada tema *zero waste*, karena untuk mencapai tujuan lebih besar, yaitu sampah terkelola dengan baik, partisipasi masyarakat haruslah besar. Hambatan utama pada tema problem ke-2 adalah jika kesadaran masyarakat rendah sulit sekali menggerakkan masyarakat.

Pada iterasi ke-3 tema meluas menjadi Ekonomi Sirkular; pada tahap ini intinya Bank Sampah menjadi aktor utama untuk membantu *zero waste* dan juga mewujudkan Ekonomi Sirkular.

Dalam hal ini terbangkitkan 2 (dua) tema; Tema pertama adalah Zero – Waste , sudut pandang sama tetap yaitu harus pentahelix --> A- B- C- G- M, tetap sebagai dari akademisi yang ingin berkolaborasi dengan Community – Government – Media dan Business. Tema ke-2 adalah pendamping Zero Waste – Ekonomi Sirkular



**Tabel 3. CATWOE Sistem Sampah**

No.	Stakeholder	Iterasi-1: Tema Problem: Sampah Organik → Pelet Biomassa			Iterasi-2: Tema Problem: Zero Waste			Iterasi-3: Tema Problem: Ekonomi Sirkular		
		Persepsi	Ekspektasi	Akar Masalah	Persepsi	Ekspektasi	Akar Masalah	Persepsi	Ekspektasi	Akar Masalah
1	Institusi Pendidikan [A]	Pengelolaan sampah belum maksimal	ITB mampu menumbuhkan ecopreneur sampah pelet biomassa	Kapasitas rendah; Partisipasi masy.	Pengelolaan sampah belum maksimal	ITB mampu mendampingi pemukiman mencapai zero waste	Kendala dana	Pengelolaan sampah belum maksimal	ITB mampu mendampingi BS (aktor penting) dalam ES.	
2	Bisnis									
	Tenan [B]	Harga jual pelet biomassa masih rendah								
	Bank Sampah [B]	Belum melihat potensi tapi dapat dicoba	Pelet biomassa bisa jadi sumber penghasilan BS		Antusias	BS mendapat pasokan besar baik dari nasabah ataupun penderma				
3	Community [C]	Tidak terlalu peduli			Kurang antusias; yang penting sampah say diangkut	Jika bisa terwujud zero waste, ikut senang				
4	DLH – Kota Bandung – Jabar [G]	Pengelolaan sampah belum maksimal; pemerintah memiliki keterbatasan; masy. wajib partisipasi		Keterbatasan dan	Pemukiman zero waste blm terwujud; sudah menyediakan tenaga penyuluh		Keterbatasan dana			Keterbatasan dana.
5	Komunitas Bank Sampah [Media]			- Dana pengelola media			Dana pengelola media			Dana pengelola media

3.3. Formulasikan Akar Masalah untuk setiap tema menggunakan CATWOE  
Tabel 4 menunjukkan contoh Sebagian formulasi masalah pada iterasi-2

**Tabel 4.** Formulasi masalah iterasi-2

No.	URAIAN [Tema: Zero Waste]	Bagaimana Bank Sampah dapat mempercepat pemukiman mencapai zero waste.
<b>Elemen Masalah / Komponen Masalah</b>		
1	Tujuan – ukuran kinerja	Warga berpartisipasi aktif dalam memilah dan meroses atau menyalurkan sampahnya ke Bank Sampah sehingga jumlah pengiriman sampah ke TPA menurun.
2	Decision Maker	Akademisi
	Problem Owner	Masyarakat
	Kriteria Keputusan	Opsi yang memang jalan dan bisa berkelanjutan
3	Alternatif desain /solusi	Warga memilah sampah dan mengirimkannya ke Bank Sampah mitra Sosialisasi Zero Waste di pemukiman
4	Konteks	
5	<b>Diagram Input/Output</b>	
6	Ukuran kinerja	...
7	Input terkendali	...
8	Input tak terkendali	...
9	Parameter sistem	...
10	Proses pengambilan keputusan & hubungan antar input (terkendali / tidak) – parameter sistem – variabel – tujuan sistem	...

3.4 Konseptual Model Sistem.

Pada bagian ini disampaikan hasil model konseptual per iterasi.

Iterasi-1:

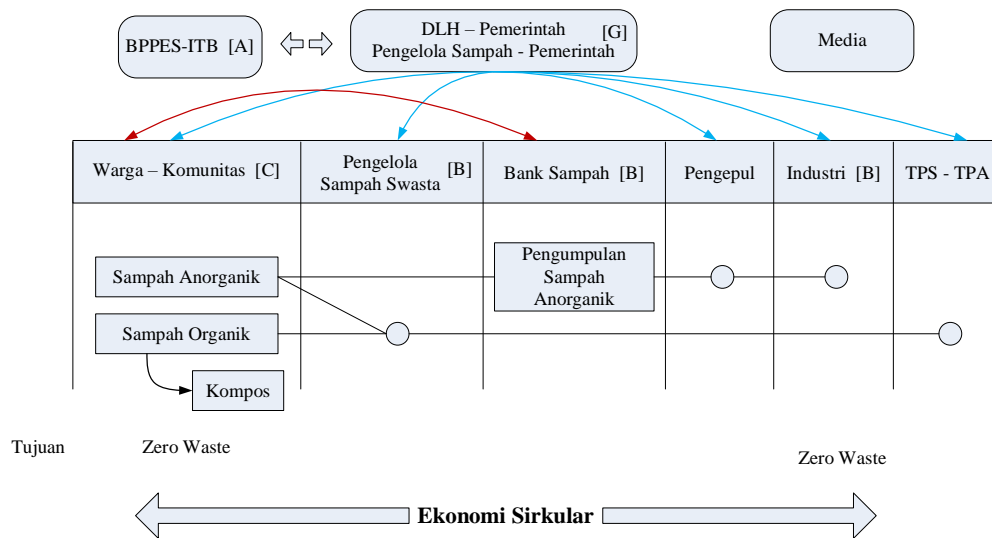
Gambar 5. menunjukkan model konseptual saat tema problem adalah penumbuhan Ecoprenur Pelet Biomassa



**Gambar 5.** Model Konseptual Iterasi-1 (tahun 2020)

Iterasi-2 dan Iterasi-3

Gambar 6 menunjukkan model konseptual saat tema problem bergeser menjadi *Zero Waste* pada Iterasi-3 dan kemudian menjadi *Ekonomi Sirkular*.



**Gambar 6.** Model Konseptual pada iterasi -2 dan iterasi-3 (2021-2023)

### 3.5 Bandingkan model konseptual dalam aksi nyata di dunia nyata

Model Konseptual-1 (produsen pelet biomassa) adalah model tahun 2020. Saat dilakukan 4 dari 5 kegiatan dapat berjalan, pembuatan pelet biomassa, briket daun, peternakan maggot, kompos dan penghijauan media tanam dari kompos semua berjalan. Setelah dilakukan, beberapa bulan kemudian terhenti. Beberapa hal hasil analisis adalah: (i) tenan tidak full mengerjakan aktivitas, masih ada pekerjaan utama, (ii) hasil penjualan yang berfluktuasi, belum tetap, pemasaran belum kuat. Setelah melalui analisis dan perbaikan Model Konseptual-2 tahun ke-2 (2021) adalah bertema Zero Waste; dan Model Konseptual tahun ke-3 (2022-2023) bertema Ekonomi Sirkular. Keduanya berjalan cukup baik, tetapi dampak belum dirasakan besar.

### 3.6 Diskusikan kemungkinan perubahan

Setelah mengevaluasi, perlu dilakukan perubahan mendasar yaitu: (i) lebih menggali struktur sistem terkait sampah, (ii) berkenalan dengan Bank Sampah. Beberapa perubahan yang memang diinginkan secara sistematis dan juga memungkinkan secara kultur / budaya: (i) ITB (unsur Akademik) tetap menjadi pelatih, pendamping dan penggerak, dan tenan adalah Bank Sampah. Secara budaya, sudah terbentuk di masyarakat bahwa Bank Sampah memang entitas yang baik dan membantu menuju zero-waste dan ekonomi sirkular.

### 3.7 Pengambilan Tindakan

Dilakukan pendampingan pada Bank Sampah dengan melakukan pelatihan-pelatihan.

## 4. Kesimpulan

Tujuan penelitian ini adalah sistesa metodologi Berpikir Sistem Kritis dengan mengimplemntasikan pada kasus rancangan sistem ekonomi sirkular. Kesimpulan yang diperoleh ialah pada dasarnya metode Berpikir Sistem secara generic melalui tahapan formulasi masalah-perancangan model konseptual dan implementasi. Pada sistem yang tingkat kompleksitasnya diwarnai oleh masalah sosial-budaya-people, maka Berpikir Sistem Kritis akan membutuhkan proses memformulasikan masalah dengan lebih iteratif, dari tahun 2020 hingga 2023, tema problem yang ditetapkan cukup bergeser besar, serta aspek kritis pada

Berpikir Sistem Kritis terutama terutama pada penetapan *boundary* (batas) sistem dan penetapan tema problem.

### Acknowledgement

Terimakasih peneliti ucapkan pada Institut Teknologi Bandung yang telah mendukung dengan pendanaan pada tahun 2020.

### Daftar Pustaka

- Arnold, R.D., Wade, J.P. (2017, Juli 15-20) A Complete Set of Systems Thinking Skills. Published and used by INCOSE with permission. (9-17). *27<sup>th</sup> Annual INCOSE International Symposium (IS 2017)*. DOI:10.1002/inst.12159.
- Churchman, C.W. (1968). *The Systems Approach*, Dell Publishing Co., New York, Provocative.
- Churchman, C.W. (1971). *The Design of Inquiring Systems*, Basic Books New York. A scholarly text.
- Circular Economy in Cities: Evolving the model for a sustainable urban future. (2018). *World Economic Forum 91-93 route de la Capite CH-1223 Cologny/Geneva Switzerland*. [https://www3.weforum.org/docs/White\\_paper\\_Circular\\_Economy\\_in\\_Cities\\_report\\_2018.pdf](https://www3.weforum.org/docs/White_paper_Circular_Economy_in_Cities_report_2018.pdf)
- Circular economy for a sustainable future. (2021). *Capgemini Research Institute*. <https://www.capgemini.com/insights/research-library/circular-economy-for-a-sustainable-future/>
- Daellenbach, H.G., McNickle, D.C. (2005). *Management science Decision making through systems thinking*. Palgrave Macmillan
- Gharajedaghi, J. (2006). *Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity: A Platform for Designing Business Architecture*, Amsterdam: Elseiver.
- Habermas, J. (1971). *Knowledge and Human Interests*. Beacon Press, the University of Virginia, ISBN: 0807015407, 9780807015407
- Jackson, M.C. (1991). *The origins and nature of critical systems thinking*. *Systems Practice* 4, 131–149. <https://doi.org/10.1007/BF01068246>
- Jackson, M.C. (2001, February). *Critical systems thinking and practice*. *European Journal of Operational Research* 128:233-244. Elsevier Science B.V.
- Paul, R. dan Elder, L. (2014) *Critical Thinking Concepts & Tools Thinkers's Guise Library*.
- Simon, K.H. (2011). Critical Systems Thinking. *Systems Science and Cybernetics*, Vol. II. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). <https://www.eolss.net/sample-chapters/c02/E6-46-02-08.pdf>
- Senge, P.M. (1990). *The Fifth Discipline: the art and practice of the learning organization*. Australia: Random House.
- Matešić, M. (2017, December 22). Concept of Circular Economy: Critical Thinking. *The Holistic Approach to Environment*, 7(4), 177-188. <https://hrcak.srce.hr/191862>