

# Aspek Kognitif Sibernetika Kontemporer dan Komputasi Cerdas dalam Lingkup Inovasi Teknologi Informasi

Damar Wicaksono<sup>1</sup>, Rheza Ari Wibowo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknologi Informasi  
Jurusan Teknik Elektro FT UNTIDAR  
Jl. Kapten S. Parman No. 39 Magelang 56116

damar@untidar.ac.id<sup>1</sup>, rhezaari@untidar.ac.id<sup>2</sup>

**Abstrak**— Makalah ini membahas tentang sibernetika yang dipandang sebagai sebuah konsep komunikasi dari suatu sistem dimana berbagai elemen yang terdapat di dalamnya saling berinteraksi dan saling mempengaruhi. Komunikasi dianggap sebagai sistem yang terdiri dari bagian-bagian atau variabel-variabel yang saling mempengaruhi satu sama lain. Tujuan mempelajari *cyberspace* dari perspektif sibernetika adalah untuk memahami lebih baik proses perangkat lunak dalam sistem apakah konteks yang digunakannya adalah suatu bangsa, perusahaan atau organisasi dan dapat memprediksi serta mengontrol perangkat lunak untuk level keamanan, aliran data dan inovasi *cyberspace* menggunakan fitur perangkat lunak *self-adaptability* dan *self-evolvability*. Jika kita meneliti *cyberspace* dari dalam paradigma sibernetika sosial yang terdiri dari manusia dan peraturan internal, kita akan dapat memahami fungsi dari proses sosial khususnya fitur *self-referencing* dalam sistem sosial *cyberspace*. Mempelajari *cyberspace* dari perspektif sibernetika sosial adalah untuk memahami lebih baik proses sosial dalam *cyberspace* apakah domain konteksnya dapat memprediksi dan mengontrol aspek-aspek sosial dari menggunakan fitur *self-referential* dari sistem sosial yang berlaku secara global dalam masyarakat tersebut.

**Kata Kunci**— sibernetika; organisasi; masyarakat; perangkat lunak; *cyberspace*; keamanan; aliran data; inovasi

## I. PENDAHULUAN

Sibernetika adalah ilmu komunikasi dan kontrol *nonautonomous* diantara mesin dan makhluk hidup seperti yang diusulkan oleh Norbert Wiener pada tahun 1948 dalam karyanya yang berjudul *Cybernetics* atau kontrol dan komunikasi diantara makhluk hidup dengan Mesin [1]. Tajuk wacana pada penelitian ini membahas tentang arsitektur, gagasan teoritis dan paradigma sibernetika kontemporer dari sudut pandang teknologi informasi pada aspek *cognitive informatics* (CI) dan komputasi cerdas. Pada domain modern dan model perilaku, secara hirarkis sibernetika diuraikan menjadi beberapa lapisan penting. CI dipandang sebagai suatu analogi yang menjelaskan bagaimana otak manusia dapat menirukan pola sibernetika melalui CI dan informasi pada sistem saraf informasi. Ide dari sistem tersebut membentuk inti dari pemikiran sibernetika. Sistem merupakan seperangkat

komponen-komponen yang saling berinteraksi, yang bersama-sama membentuk sesuatu yang lebih dari sekedar sejumlah bagian-bagian. Sistem juga dicirikan dengan regulasi mandiri dan kontrol yang saling bergantung. Dengan kata lain dibutuhkan sebuah mekanisme untuk memonitor sistem, mengatur dan mengontrol keluaran sistem agar menjadi stabil serta dapat mencapai tujuan yang hendak dicapai dalam sebuah organisasi. Sistem tersebut harus dapat beradaptasi dan mampu berubah karena sistem ada dalam lingkungan yang dinamis. Dalam sistem yang kompleks, sejumlah timbal balik menghubungkan semua bagian. Aliran timbal balik inilah disebut sebagai *network* (jaringan) [2].

## II. LATAR BELAKANG

Wiener memulai studi lapangan sibernetika dan bertujuan untuk menyediakan sarana matematis guna mempelajari sistem *nonautonomous* yang bersifat adaptif. Sibernetika meniru informasi yang dikomunikasikan dalam mesin dengan sistem yang ada pada otak dan sistem saraf makhluk hidup [2]. Hal tersebut mampu digunakan untuk menjelaskan perilaku manusia dengan konsep rekayasa sibernetika sebagai salah satu akar dari ilmu kognitif modern. Sibernetika digunakan dalam topik-topik tentang diri individu, percakapan, hubungan interpersonal, kelompok, organisasi, media, budaya dan masyarakat [1], [3].

Istilah "cybernetics" berasal dari kata Yunani yakni *kybernetes* atau *steersman*. *Cybernetics* menjadi terkenal dan didiskusikan pada konferensi Macy di Amerika Serikat di mana para intelektual terkenal seperti Warren McCulloch, Claude Shannon, Wiener, John Von Neumann, W. Ross Ashby, Gregory Bateson, Heinz von Foerster dan Margaret Mead melakukan pertemuan interdisipliner yang jika diterjemahkan kedalam bahasa Indonesia menjadi sibernetika dan untuk pertama kalinya digunakan tahun 1945 oleh Norbert Wiener dalam bukunya yang berjudul *Cybernetics* [2]. Sibernetika dianggap sebagai teori sistem pengontrol yang didasarkan pada komunikasi (penyampaian informasi) antara sistem dan lingkungan dan antar sistem, pengontrol yang menghasilkan

umpan balik (*feedback*) dari sistem berfungsi dengan memperhatikan lingkungan [3].

Prinsip dasar teori sibernetika yaitu menghargai adanya gap/perbedaan bahwa suatu hal akan memiliki perbedaan dengan yang lainnya atau bahwa sesuatu akan berubah seiring perkembangan waktu [4]. Sibernetika merupakan cabang dari teori sistem yang memfokuskan diri pada putaran timbal balik dan proses-proses kontrol. Dengan menekankan pada kekuatan-kekuatan yang tidak dibatasi, sibernetika menantang pendekatan linier yang menyatakan bahwa satu hal dapat menyebabkan hal lainnya. Konsep ini mengarahkan kita pada pertanyaan tentang bagaimana sesuatu saling mempengaruhi satu sama lainnya dalam cara yang tidak berujung, bagaimana sistem mempertahankan kontrol, bagaimana mendapatkan keseimbangan, serta bagaimana putaran timbal balik dapat mempertahankan keseimbangan dan membuat perubahan. Mempelajari sibernetika menyediakan sarana untuk menyelidiki desain dan fungsi dari sistem apapun, termasuk sistem sosial seperti manajemen bisnis dan pembelajaran organisasi dengan tujuan untuk membuat mereka menjadi lebih efisien dan efektif [2].

Sibernetika mengartikulasikan teori menyeluruh dari homeostasis, yang membuat akurasi stabilitas di sistem yang dapat dijelaskan bagaimana sesuatu baik berupa besaran digital, mekanik atau biologis memproses sebuah informasi, bereaksi terhadap informasi, dan berubah atau dapat diubah [4]. Definisi yang lebih filosofis, disarankan pada tahun 1956 oleh Louis Couffignal, salah seorang pelopor sibernetika, mengkarakterisasi sibernetika sebagai seni untuk memastikan keberhasilan suatu tindakan. Definisi terkini disampaikan oleh Louis Kauffman, Presiden dari *American Society for Cybernetics*, sibernetika adalah sebuah studi dari sistem dan proses yang berinteraksi dan memproduksi diri dari diri mereka sendiri [4], [5].

Sebuah sistem sibernetika harus memiliki *goal*. Artinya, sistem harus memiliki beberapa tujuan, dan dapat bergerak (untuk memerintah dirinya sendiri) dan untuk sebuah tujuan tertentu. Jika tujuannya diberikan (misalnya, untuk berpindah dari untuk mengubah dari masukan menjadi keluaran dalam labirin, atau konfigurasi papan dari keadaan awal ke keadaan tujuan untuk sistem *puzzle*), yang menjadi permasalahan adalah bagaimana untuk merumuskan sistem agar menjadi relatif mudah diselesaikan dan dapat diselesaikan secara otomatis dengan mengikuti beberapa aturan berulang (*iterative*) [6].

Melalui hal tersebut kita dapat melihat bahwa kecerdasan buatan (AI) atau kecerdasan komputasi (CI) adalah alat yang berguna, tapi hanya ketika diperlukan untuk memperoleh sistem sibernetika [1], [6]. Di sisi lain, dalam AI atau CI, kita sering mengatakan sistem cerdas jika dapat memecahkan beberapa masalah. Misalnya, diberikan tujuan, dimana sistem bisa mendekati tujuan secara efisien dan diberi kecerdasan sistem bahkan dapat membantu proses kerja manusia. Namun, jenis-jenis sistem tidak dapat menentukan tujuan sendiri karena dan mereka hanya dirancang untuk sebuah tujuan dari rancangan manusia itu sendiri [6].

Secara konvensional dapat dianggap bahwa hanya manusia dan spesies canggih lainnya memiliki kecerdasan. Namun, seiring dengan berkembangnya pembangunan dengan bantuan komputer, robot, dan sistem kecerdasan memungkinkan sibernetika akan dibuat atau diimplementasikan oleh suatu mesin dan sistem buatan manusia. Oleh karena itu, salah satu tujuan utama dalam sibernetika adalah untuk mencari sebuah teori yang koheren untuk menjelaskan mekanisme alamiah dengan mesin kecerdasan buatan [1].

Perkembangan sibernetika klasik dan kontemporer beserta penggabungan disiplin ilmu yang lain seperti ilmu komputer, ilmu manajemen sistem komputer, rekayasa perangkat lunak, neuropsikologi, dan kecerdasan komputasi telah menghasilkan bidang penelitian baru yang menarik dikenal sebagai CI [7]. CI adalah bidang penelitian interdisipliner yang menangani masalah mendasar dari sibernetika modern, ilmu informasi, ilmu sistem, teknik komputer / perangkat lunak, komputasi cerdas, ilmu kognitif, neuropsikologi, dan ilmu hayati. Hampir semua masalah sulit belum diselesaikan di daerah sungai tersebut berbagi akar yang sama dalam memahami mekanisme dari kecerdasan alami (NI) dan proses kognitif otak. Oleh karena itu, CI dianggap sebagai perbatasan baru yang mengeksplorasi mekanisme pengolahan informasi internal otak dan aplikasi teknik di bidang sibernetika, komputasi, dan industri teknologi informasi [1]. Sibernetika berfokus kepada bagaimana sesuatu baik berupa digital mekanik atau biologis memproses informasi, bereaksi terhadap informasi, dan berubah atau dapat diubah agar dapat mencapai fungsinya dengan lebih baik. Definisi yang lebih filosofis, disarankan pada tahun 1956 oleh Louis Couffignal, salah seorang pelopor sibernetika, mengkarakterisasi sibernetika sebagai seni untuk memastikan keberhasilan suatu tindakan. Definisi terkini disampaikan oleh Louis Kauffman, Presiden dari *American Society for Cybernetics*, sibernetika adalah sebuah studi dari sistem dan proses yang berinteraksi dengan diri mereka sendiri dan memproduksi diri mereka dari diri mereka sendiri [6].

Secara konvensional terdapat anggapan bahwa hanya manusia dan spesies canggih lainnya saja yang memiliki kecerdasan. Namun, seiring dengan pembangunan dan perkembangan komputer, robot, dan sistem sibernetika, dimungkinkan kecerdasan akan dibuat atau diimplementasikan pada objek mesin dan sistem buatan manusia. Oleh karena itu, salah satu tujuan utama dalam sibernetika untuk mencari sebuah teori yang koheren untuk menjelaskan mekanisme alami dan mesin kecerdasan buatan.

### III. ARSITEKTUR SIBERNETIKA

Wiener memulai studi lapangan sibernetika untuk menyediakan sarana matematis untuk mempelajari sistem *nonautonomous* yang bersifat adaptif. Sibernetika meniru informasi yang dikomunikasikan dalam mesin dengan apa yang ada pada otak dan sistem saraf. Hal tersebut juga digunakan untuk menjelaskan perilaku manusia dengan konsep rekayasa sibernetika sebagai salah satu akar dari ilmu kognitif modern. Sibernetika ini juga digunakan dalam topik-topik tentang diri individu, percakapan, hubungan interpersonal, kelompok, organisasi, media, budaya dan masyarakat [1], [5].

Bidang Studi sibernetika meliputi aspek biologis, kognitif, dan paradigma kecerdasan komputasi, seperti kecerdasan abstrak, jaringan saraf tiruan, algoritma genetika, sistem fuzzy, sistem otonomus, sistem kognitif, robotika, dan kecerdasan komputasi. Sibernetika dalam paradigma ini dipandang sebagai ilmu komunikasi dan kontrol pada manusia, mesin, organisasi, dan masyarakat di seluruh hirarki reduktif saraf, kognitif, fungsional, dan tingkat logika.

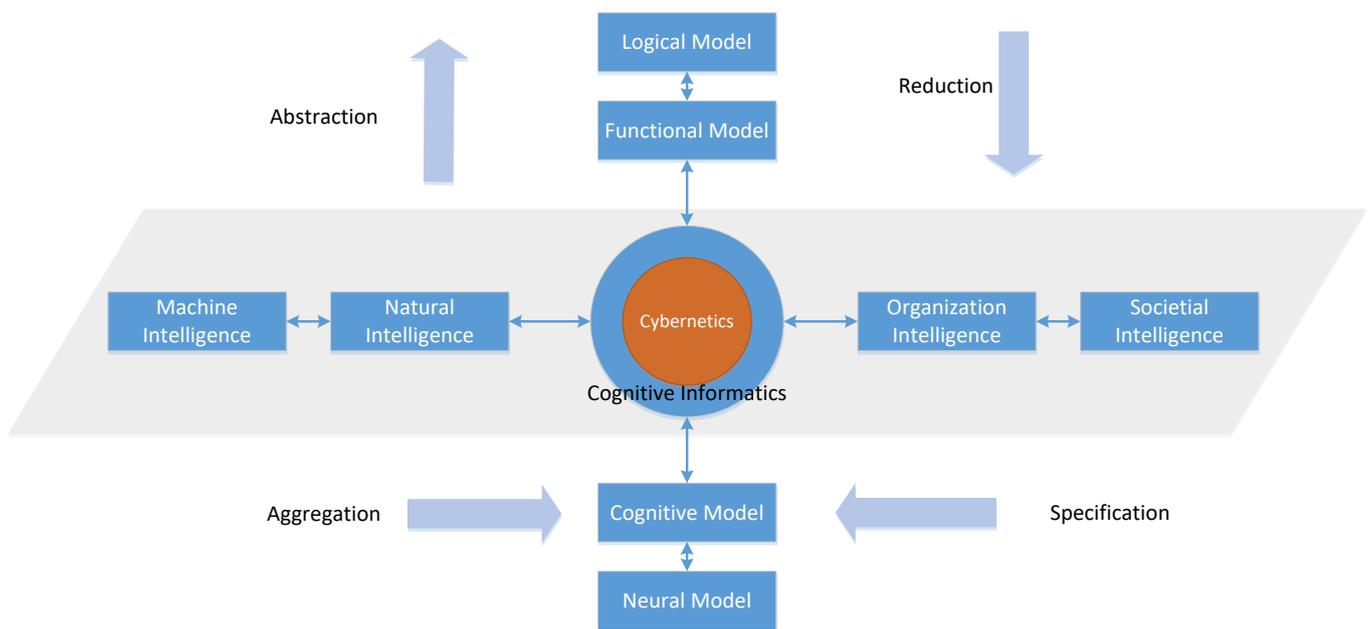
Domain dan arsitektur sibernetika kontemporer mencakup berbagai bidang yang koheren, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Pada gambar tersebut digambarkan aliran komunikasi dari mesin menjadi kecerdasan alami dan organisasi untuk kecerdasan sosial yang tersusun secara horizontal dan dari model logika, fungsional, dan kognitif untuk model neural (biologis) dalam hirarki vertikal. Oleh karena itu, sibernetika pada hal konkrit merupakan sebuah multidisiplin dan transdisiplin dari penyelidikan pengolahan informasi kognitif dan sistem otonom.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, arah anak panah dua arah menunjukkan abstraksi, pengurangan atau agregasi spesifikasi dari bagian sistem sibernetika. Ruang lingkup sibernetika kontemporer dalam domain ranah horizontal telah

diperluas terutama dari mesin cerdas untuk kecerdasan alamiah, organisasi, dan masyarakat. Dalam domain ranah vertikal, tingkat sibernetika menurun secara hierarki yang telah diperluas dari model logis dan fungsional untuk model kognitif sampai dengan model saraf.

Dengan menggunakan gagasan reduksionisme fungsional, model logika dari kecerdasan alami (NI) ini diperlukan untuk menjelaskan secara formal mekanisme high-level dari kerja otak berdasarkan observasi pada tingkatan biologis dan psikologis. Model logika dari otak adalah tingkat tertinggi dari abstraksi untuk menjelaskan mekanisme kognitif. Berdasarkan hal itu, pengurangan sistematis dari tingkat logika, fungsional, fisiologis, dan biologis dapat didirikan baik dalam pendekatan *top-down* dan pendekatan *bottom-up*, yang akan memungkinkan pembentukan teori koheren NI dan sibernetika [1], [7].

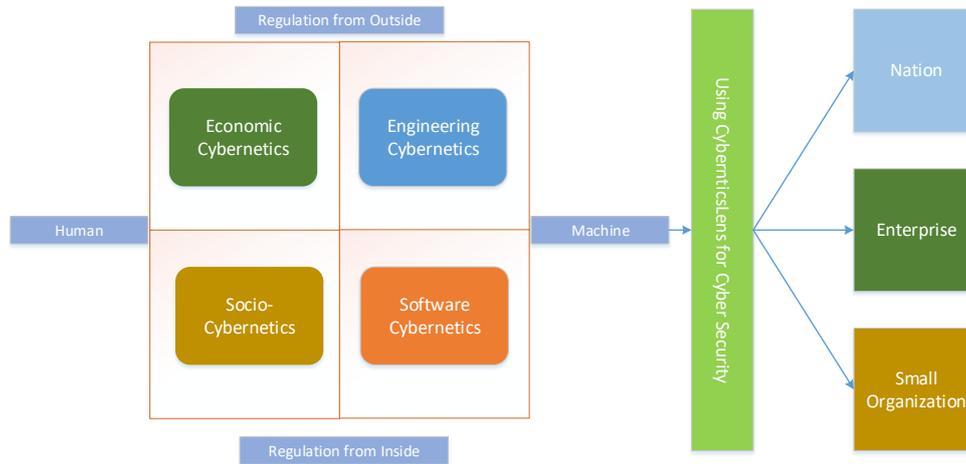
Salah satu aspek penting, secara keseluruhan, sibernetika kontemporer telah berkembang dari sistem komunikasi otonom murni dan kontrol teori menjadi CI dan komputasi cerdas. Beberapa pakar memberikan perspektif pemrosesan informasi internal dan NI yang diperluas untuk sibernetika, ketika studi perspektif pemodelan komputasi terakhir untuk sibernetika [1].



Gambar 1. Arsitektur Sibernetika

#### IV. SIBERNETIKA DAN KEAMANAN CYBER

Sibernetika dan keamanan *cyber* yang sangat mirip dalam banyak hal. Keduanya merupakan multidisiplin yang saling berkaitan. Sibernetika berhubungan dengan istilah seperti kontrol, komunikasi, informasi, manusia, mesin yang juga sangat berlaku dan sangat banyak digunakan untuk keamanan *cyber*. Kita dapat menggunakan banyak konsep, tools, teknik dan berbagai pembelajaran yang paling penting dari beberapa cabang dari sibernetika yang berlaku pada *cyberspace* dan menggunakan pemahaman untuk mendiagnosis dan mendesain solusi suatu keamanan *cyber* yang lebih baik. Kita dapat menggunakan kerangka sibernetika yang telah dibahas dalam bagian sebelumnya sebagai lensa untuk mempelajari dan memahami *cyberspace* yang berhubungan dengan konteks nasionalisme bangsa, perusahaan atau organisasi. Paradigma yang digunakan merupakan kerangka kerja murni, sehingga dapat diaplikasikan di tingkat manapun, baik di level nasional, internasional atau pun perusahaan atau tingkat organisasi.



Gambar 2. Penggunaan kerangka sibernetika untuk keamanan *cyber*

Pemahaman konteks keseluruhan dapat diperoleh dari perspektif yang berbeda dari *cyberspace* yakni dari aspek ekonomi, teknik, software dan sosial akan digunakan untuk mempelajari dan memahami secara khusus berbagai aspek keamanan *cyber* seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Sangat penting bahwa tanpa pemahaman yang tepat tentang *cyberspace*, tidak dimungkinkan untuk menerapkan keamanan *cyber* secara efektif, apakah itu untuk mendiagnosis keadaan yang ada keamanan *cyber* atau merancang sistem keamanan *cyber* di negara, perusahaan atau organisasi secara ideal. Pemahaman sibernetika ekonomi dalam *cyberspace* akan membantu dalam menentukan rincian perekonomian keamanan *cyber* sehingga akan membuat keseimbangan yang lebih baik dari perlindungan *cyberspace* dibandingkan investasi dapat direncanakan sebelumnya. Demikian pula, paradigma pemahaman seperti teknik, perangkat lunak dan sosial juga akan membantu dalam bidang masing-masing keamanan *cyber* yang mengarah ke keseluruhan keamanan *cyber* dari sebuah bangsa, perusahaan atau organisasi secara holistik [8].

#### V. PENDEKATAN KONSEP SIBERNETIKA UNTUK MEKANISME ALIRAN INFORMASI DALAM SUDUT PANDANG CYBERSPACE

Studi mengenai pengaruh *cyberspace* pada sebuah organisasi TI sangat diperlukan untuk memahami konsep sibernetika. Sebuah organisasi dipandang sebagai bagian dari sibernetika yakni bagaimana mekanisme kontrol dan aliran informasi terjadi dan terhubung pada lingkungan *cyberspace*. Studi dilakukan dengan sudut pandang tampilan eksternal dari organisasi dan mensintesis pandangan tersebut untuk mengetahui pemahaman konsep secara keseluruhan [10]. Sistem tersebut diimplementasikan secara internal, seluruh mekanisme kendali dan informasi yang mengalir dalam sistem sibernetika pada organisasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Inovasi Kerangka Kerja Sibernetika dalam Ranah Teknologi Informasi

Inovasi adalah sebuah cara organisasi untuk menemukan hal baru pada ranah siklus hidup organisasi dengan tujuan untuk mempertahankan dampak perubahan yang ada baik dari faktor internal maupun eksternal organisasi [5]. Pada tajuk masalah tantangan inovasi pada sebuah organisasi tersebut diusulkan sebuah metode untuk membuat karakter sibernetika dari sebuah masalah dan membantu memahami dimensi masalah dan antar-hubungan telah digunakan. Secara teoritis, berdasarkan kajian inovasi, bahwa proses bisnis yang telah dilakukan secara inheren holistic dibutuhkan sebuah manajemen inovasi [9], [10].

*Cybernetic Influence Diagram* (CID) menggunakan pengaruh sebagai umpan balik yang ada diantara berbagai aspek kunci dari sebuah proses inovasi dan manajemen. Metode ini menggambarkan umpan balik diagram dan menyediakan visualisasi untuk pemahaman pengaruh antar komponen. Alat ini pada dasarnya terlihat pada hubungan antar

komponen sebagai pengaruh salah satu aspek dari masalah di sisi lain.

Ketika beberapa aspek yang digambarkan pada diagram, kompleksitas masalah dan lintas pengaruhnya menjadi jelas. Analisis ini memberikan banyak wawasan ke dalam masalah dan memungkinkan cara untuk mengidentifikasi intervensi untuk memecahkan masing-masing masalah. Gambar 6 di bawah ini menunjukkan salah satu CID seperti yang diambil untuk konteks mengelola inovasi dalam organisasi TI. Hal ini terlihat dari keterkaitan dan pengaruh antara berbagai aspek inovasi, bahwa masalah ini kompleks, melibatkan pengaruh banyak parameter pada satu sama lain. Memahami kompleksitas ini dalam cara yang berarti adalah sebuah tantangan [11].

Untuk mengelola proses CID yang kompleks beserta *clusternya*, maka harus dijabarkan mengenai perilaku dan aktivitas dari masing-masing fase yang dilalui. Atas dasar ini kita telah menggunakan setiap *cluster* untuk mewakili kebutuhan spesifik proses inovasi yang akan dilakukan. Hal ini telah menyebabkan suatu perspektif manajemen inovasi, dan kita mendefinisikan setiap klaster sebagai berbagai tahapan siklus hidup inovasi yang direncanakan [3].

1. *Innovate* - Pada fase ini, ide-ide yang dihasilkan, didefinisikan dan divalidasi dan rencana inovasi ditentukan. Inovasi disiapkan untuk rencana penggerak sistem berskala besar. Kunci yang mempengaruhi hasil dari fase ini adalah kompetensi Inovator, metode penelitian dan pendekatan, *idea scoping* dan validasi ide melalui bukti konsep nyata.

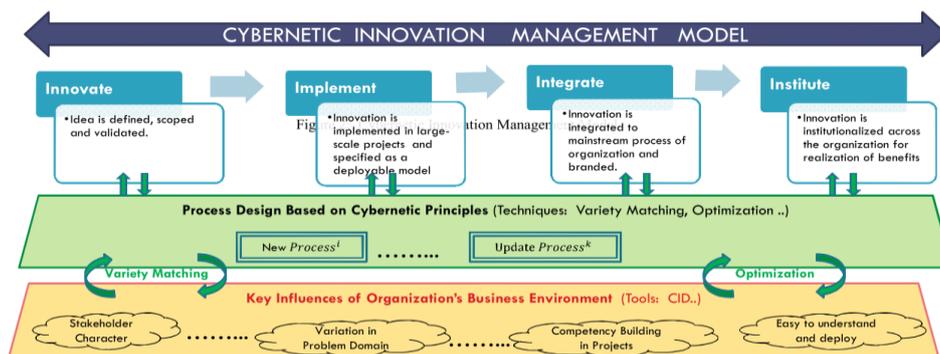
2. *Implement* - Pada fase ini, inovasi dikembangkan dan dikemudikan pada skenario dunia nyata serta pilihan alat inovasi dieksplorasi dan diciptakan untuk pembuatan rumusan solusi inovasi. Kunci faktor yang mempengaruhi di sini adalah

karakter *stakeholder* unit bisnis yang direncanakan untuk pilot skala besar, dan kesediaan mereka untuk mengadopsi inovasi, proposisi nilai inovasi yang dilihat oleh *stakeholder* dan variasi masalah sesuai konteks bisnis yang spesifik di mana itu

3. *Integrate* – Disini inovasi diambil untuk dilakukan integrasi ke fungsi utama / fungsi horisontal bertanggung jawab untuk dilakukan pengembangan inovasi dan dibawa ke pelanggan atau pasar. Pengaruh utama yang muncul antara lain adalah: Karakter *stakeholder* dari bisnis yang ditargetkan atau unit horisontal di mana inovasi yang akan diintegrasikan, pengulangan dari proses eksekusi inovasi, variasi dalam konteks operasi target unit horisontal, penyesuaian inovasi untuk proses dan dampak analisis yang ada, kemampuan pembangunan proyek-proyek dalam proses *starting* untuk memulai penggunaan inovasi pada rutinitas *project delivery*, kendala sumber daya dari berbagai unit yang terlibat dan lain sebagainya.

4. *Institute* - Pada fase ini, manfaat dari inovasi yang diwujudkan melalui pelembagaan di seluruh unit bisnis dalam organisasi. Pengaruh utama antara lain untuk kemudahan pemahaman, menggunakan dan menerapkan inovasi, posisi inovasi sebagai pembeda dalam penawaran dan pengiriman, ketersediaan alat untuk memfasilitasi penyebaran, Realisasi manfaat bagi organisasi dalam manfaat kuantitatif atau kualitatif.

Untuk mengelola proses yang kompleks ini, CID dan *clusternya* telah menjabarkan perilaku dan aktivitas untuk pengembangan inovasi sistem. Atas dasar ini kita telah menggunakan setiap *cluster* untuk mewakili kebutuhan spesifik dari sebuah proses inovasi. Hal ini telah dijadikan sebagai dasar untuk untuk membangun sebuah inovasi dalam organisasi TI.



Gambar 3. Inovasi kerangka kerja sibernetika untuk tujuan keamanan cyber dalam ranah teknologi informasi

## VI. KESIMPULAN

Inovasi merupakan kunci dari pemenuhan kebutuhan utama yang terus menerus sejalan dan menjembatani kesenjangan dalam kemampuan organisasi TI untuk tetap relevan dan selaras dengan perkembangan pasar yang lebih besar dalam domain aktivitas bisnis.

Sudut pandang dari sibernetika untuk manajemen inovasi adalah untuk memperbaiki siklus hidup organisasi dengan tujuan untuk mempertahankan diri dari dampak perubahan eksternal. Karakter sibernetika saat diwakili oleh *cybernetic influence diagram* (CID), telah mengidentifikasi model inovasi empat fase yang terdiri dari *innovate*, *implement*, *integrate* dan *institute*. Model dan proses definisi dilakukan dengan menggunakan prinsip-prinsip dan alat-alat sibernetika diilustrasikan melalui model manajemen. Kebutuhan yang relevan harus ditanyakan dan tanggapan yang dipertimbangkan untuk mengukur efektivitas dari suatu inovasi di tingkat organisasi.

Komputasi cerdas dapat berguna dalam membantu membuat sistem sibernetika yang lebih efektif dan efisien. Adopsi inovasi sebuah produk ini menghasilkan manfaat ekonomi yang besar bagi perusahaan dalam hal mendapatkan penawaran baru dan penghematan biaya dari proses produk yang dihasilkan melalui proses validasi sebuah produk terhadap kesesuaian model inovasi.

## REFERENSI

- [1] Y. Wang, W. Kinsner, and D. Zhang, "Contemporary cybernetics and its facets of cognitive informatics and computational intelligence.," *IEEE Trans. Syst. Man. Cybern. B. Cybern.*, vol. 39, no. 4, pp. 823–33, 2009.
- [2] T. Vinnakota, "A cybernetics paradigms framework for cyberspace: Key lens to cybersecurity," *Proceeding - IEEE Cybern. 2013 IEEE Int. Conf. Comput. Intell. Cybern.*, pp. 85–91, 2013.
- [3] P. V. Nistala, R. Pillutla, and M. Narayana, "A cybernetics model for managing innovations a case instance of an IT innovation," *2014 IEEE Conf. Norbert Wiener 21st Century Driv. Technol. Futur. 21CW 2014 - Inc. Proc. 2014 North Am. Fuzzy Inf. Process. Soc. Conf. NAFIPS 2014, Conf. Proc.*, 2014.
- [4] P. R. Shankar, "Competence building to ensure quality and productivity in people in Software Industries," *CyberneticsCom*, vol. 1, no. 2, pp. 83–87, 2012.
- [5] N. G. P. L. Mandaleeka, "Organization-wide innovation management, a cybernetics approach," *Proceeding - 2012 IEEE Int. Conf. Comput. Intell. Cybern. Cybern. 2012*, pp. 98–102, 2012.
- [6] Q. Zhao, J. Brine, and D. P. Filev, "Cybernetics: Where shall we go?," *2013 IEEE Int. Conf. Cybern. CYBCONF 2013*, pp. 25–31, 2013.
- [7] I. Transactions and O. N. Systems, "Guest Editorial Special Issue on Cybernetics and Cognitive Informatics," *Theory Pract.*, vol. 39, no. 4, pp. 818–822, 2009.
- [8] S. Kummamuru, "Cybernetics Framework for addressing the people related challenges in an IT Services organization," *Proceeding - 2012 IEEE Int. Conf. Comput. Intell. Cybern. Cybern. 2012*, pp. 103–107, 2012.
- [9] J. Chen, Q. Zhang, and S. D. Bruda, "Cybernetics in software system verification," *2009 Int. Conf. Intell. Human-Machine Syst. Cybern. IHMSC 2009*, vol. 2, no. 1, pp. 274–277, 2009.
- [10] T. Vinnakota, "Understanding of CyberSpace Using Cybernetics : An Imperative need for CyberSecurity of Enterprises," pp. 107–111, 2013.
- [11] S. K. Chopra and S. Kummamuru, "A value proposition framework adopting concepts from the field of cybernetics," *2014 IEEE Conf. Norbert Wiener 21st Century Driv. Technol. Futur. 21CW 2014 - Inc. Proc. 2014 North Am. Fuzzy Inf. Process. Soc. Conf. NAFIPS 2014, Conf. Proc.*, 2014.