

Bab 2.

Struktur & Pengembangan

Sistem

Rekayasa Sistem Komputer

Struktur Sistem Kompleks

Materi

- System Building Blocks & Interface
- Hirarki Kompleksitas Sistem
- System building blocks
- System environment
- Interface & Interactions
- Kompleksitas Sistem Modern

Kompleksitas Sistem

- Pengembangan sistem kompleks memungkinkan sistem berbasis komputer menyelesaikan permasalahan-permasalahan domain eksternal (Sistem Kereta Api, Sistem Kendali Insulin, dsb)
- Sistem umumnya menjadi kompleks seiring dengan level kompleksitas pada domain serta permasalahan yang akan diselesaikan
- Untuk mereduksi kompleksitas:
 - Permasalahan → Sub-permasalahan
 - Sistem → Sub-sistem
 - Komponen → Sub-komponen

Hirarki Pemodelan Sistem

Breakdown kompleksitas sistem untuk mempermudah pengelolaan tiap elemen.

Sistem: Memiliki properti dari keseluruhan sistem & kegunaan layanan.

Sub-Sistem: bagian dari sebuah sistem yang menjalankan fungsi tertentu.

Komponen: tidak dapat berfungsi secara mandiri tanpa dikombinasikan dengan komponen lain dalam satu subsistem yang sama.

Sub-komponen: berfungsi hanya dalam kombinasi dengan subkomponen lainnya atau dengan komponen di mana mereka berada.

Parts: elemen yang tidak memiliki fungsi signifikan secara mandiri

TABLE 2.1. System Design Hierarchy

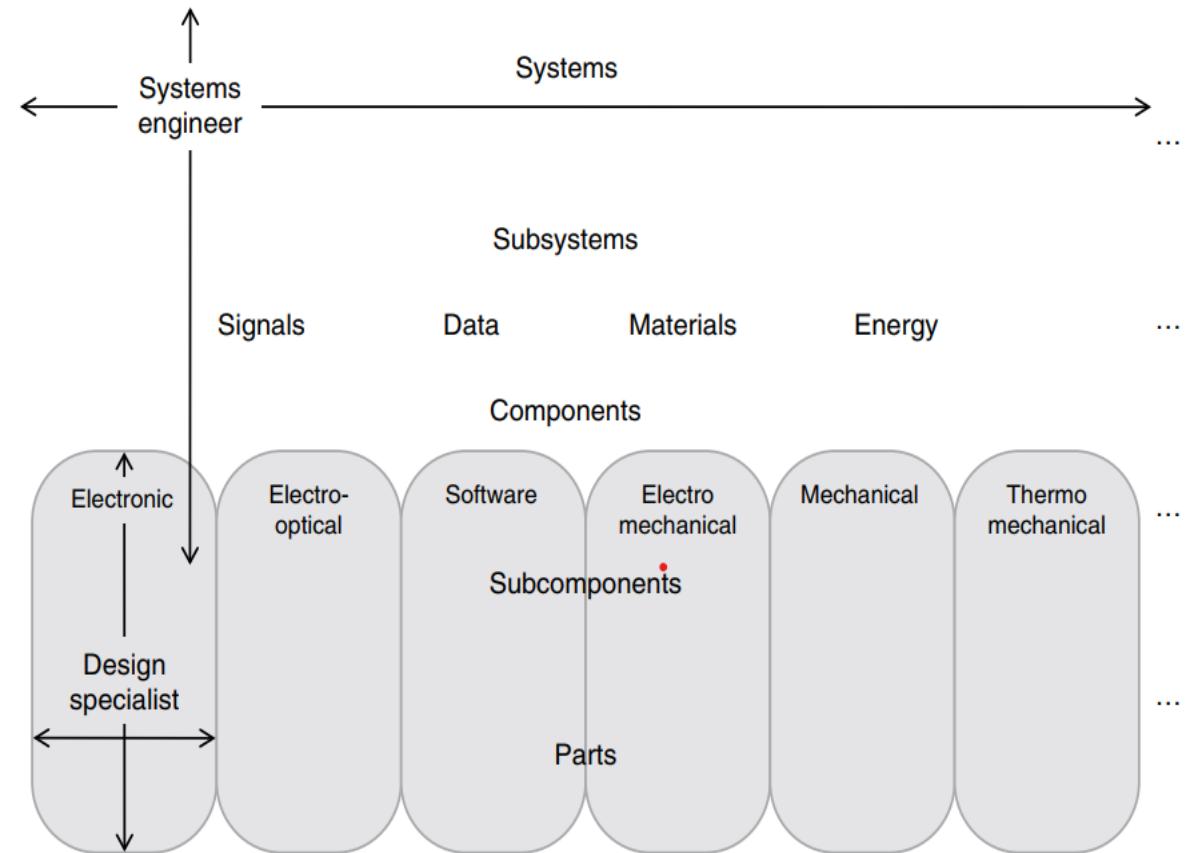
Systems			
Communications systems	Information systems	Material processing systems	Aerospace systems
Subsystems			
Signal networks	Databases	Material preparation	Engines
Components			
Signal receivers	Data displays	Databases programs	Power transfer
			Material reactors
			Thrust generators
Subcomponents			
Signal amplifiers	Cathode ray tubes	Library utilities	Gear trains
			Reactive valves
			Rocket nozzles
Parts			
Transformer	LED	Algorithms	Gears
			Couplings
			Seals

Karakter Sistem Adaptif dalam desain sistem

- Perilaku berubah sesuai kebutuhan Ketika memberikan respon terhadap *environment*
- Sistem adaptif umumnya berhubungan dengan *environment* seperti alam, manusia, ataupun sistem sosial
- Pengembangan sistem adaptif wajib mempertimbangkan:
 - Dampak dan efek pada masing-masing sistem dan komponen pada *building blocks*
 - Reaksi sistem dengan pengetahuan yang dideskripsikan sebelumnya atau kemampuan “*learning*”
 - Memiliki karakter *autonomous* (beroperasi tanpa kehadiran manusia)

Domain Rekayasa Sistem dan Desain Spesialis

- Perekayasa Sistem: Bertanggung jawab sistem secara keseluruhan hingga parts.
- Domain pengetahuan perekayasa sistem:
 - Memahami bagaimana komponen di dalam subsistem saling berinteraksi
 - Antarmuka komponen dapat berjalan dengan baik.
- Domain spesialis:
 - Domain khusus: Misal, elektronik, elektro-optic, software, mekanik, termo mekanik.
 - Menyesuaikan dan menentukan karakteristik komponen yang sesuai dengan spesifikasi aplikasi tertentu.
- Kolaborasi:
 - Perekayasa dan Domain spesialis bekerja sama untuk memasangkan komponen dan relasinya bekerja dengan baik dalam keseluruhan sistem.



System Building Bloks

Functional Building Blocks

- Elemen Fungsional:
 - **Signal Elements:** Mengelola sinyal yang dikirim, diterima, dan diproses dalam sistem.
 - **Data Elements:** Berfokus pada interpretasi, organisasi, dan manipulasi data.
 - **Material Elements:** Memberikan dukungan struktural atau mengubah bentuk, komposisi, atau lokasi material dalam sistem.
 - **Energy Elements:** Menyediakan dan mengonversi energi atau tenaga penggerak dalam sistem.
- **Kriteria Pemilihan Elemen:**
 - **Signifikansi:** Setiap elemen harus memiliki fungsi yang signifikan.
 - **Kekhasan:** Setiap elemen harus sesuai dengan disiplin teknik tertentu.
 - **Kesamaan:** Fungsi yang dilakukan oleh setiap elemen harus umum ditemukan pada berbagai jenis sistem.

Contoh:

Class function	Element function	Applications
Signal – generate, transmit, distribute, and receive signals used in passive or active sensing and in communications	Input signal Transmit signal Transduce signal Receive signal Process signal Output signal	TV camera FM radio transmitter Radar antenna Radio receiver Image processor
Data – analyze, interpret, organize, query, and/or convert data and information into forms desired by the user or other systems	Input data Process data Control data Control processing Store data Output data Display data	Keyboard Computer CPU Operating system Word processor Printer
Material – provide system structural support or enclosure, or transform the shape, composition, or location of material substances	Support material Store material React material Form material Join material Control position	Airframe Shipping container Autoclave Milling machine Welding machine Servo actuator
Energy – provide and convert energy or propulsive power to the system	Generate thrust Generate torque Generate electricity Control temperature Control motion	Turbojet engine Reciprocating engine Solar cell array Refrigerator Auto transmission

Physical Building Blocks

TABLE 2.3. Component Design Elements

Category	Component	Functional element(s)
Electronic	Receiver	Receive signal
	Transmitter	Transmit signal
	Data processor	Process data
	Signal processor	Process signal
	Communications processors	Process signal/data
	Special electronic equipment	Various
Electro-optical	Optical sensing device	Input signal
	Optical storage device	Store data
	Display device	Output signal/data
	High-energy optics device	Form material
	Optical power generator	Generate electricity
Electromechanical	Inertial instrument	Input data
	Electric generator	Generate electricity
	Data storage device	Store data
	Transducer	Transduce signal
	Data input/output device	Input/output data
Mechanical	Framework	Support material
	Container	Store material
	Material processing machine	Form/join material
	Material reactor	React material
	Power transfer device	Control motion
Thermomechanical	Rotary engine	Generate torque
	Jet engine	Generate thrust
	Heating unit	Control temperature
	Cooling unit	Control temperature
	Special energy source	Generate electricity
Software	Operating system	Control system
	Application	Control processing
	Support software	Control processing
	Firmware	Control system

Fungsi Penyusunan System Building Blocks

1. **Kategorisasi elemen fungsional** menjadi empat kelas yaitu sinyal, data, material, dan energi dapat membantu menunjukkan **tindakan apa yang tepat untuk mencapai hasil operasional yang diinginkan**.
2. **Identifikasi kelas fungsional** dapat membantu mengelompokkan elemen fungsional yang sesuai ke dalam subsistem, **sehingga memudahkan pembagian dan definisi fungsi**.
3. **Identifikasi blok fisik fungsional individual** dapat membantu mendefinisikan sifat antarmuka di dalam dan antar subsistem.
4. **Hubungan antara elemen fungsional dan implementasi fisiknya** dapat membantu memvisualisasikan arsitektur fisik dari sistem.
5. Contoh umum dari blok bangunan sistem dapat memberikan petunjuk **tentang jenis teknologi yang sesuai untuk implementasinya**, termasuk alternatif teknologi

System Environment

Ruang Lingkup Sistem

Batasan Sistem

Kriteria dalam menentukan entitas yang didefinisikan sebagai bagian dari Sistem

1. Kontrol Pengembangan

1. Apakah pengembang sistem memiliki kontrol atas pengembangan entitas tersebut?
2. Bisakah pengembang mempengaruhi persyaratan entitas, atau apakah persyaratan tersebut ditentukan di luar lingkup pengaruh pengembang?
3. Apakah pendanaan entitas tersebut bagian dari anggaran pengembangan, atau dikendalikan oleh organisasi lain?

2. Kontrol Operasional

1. Setelah diimplementasikan, apakah entitas tersebut berada di bawah kontrol operasional organisasi yang mengendalikan sistem?
2. Apakah tugas dan misi yang dilakukan oleh entitas diarahkan oleh pemilik sistem?
3. Apakah ada organisasi lain yang akan memiliki kontrol operasional pada waktu-waktu tertentu?

Batasan Sistem (2)

3. Alokasi Fungsional

1. Dalam definisi fungsional sistem, apakah perekayasa sistem "diizinkan" untuk mengalokasikan fungsi kepada entitas tersebut?

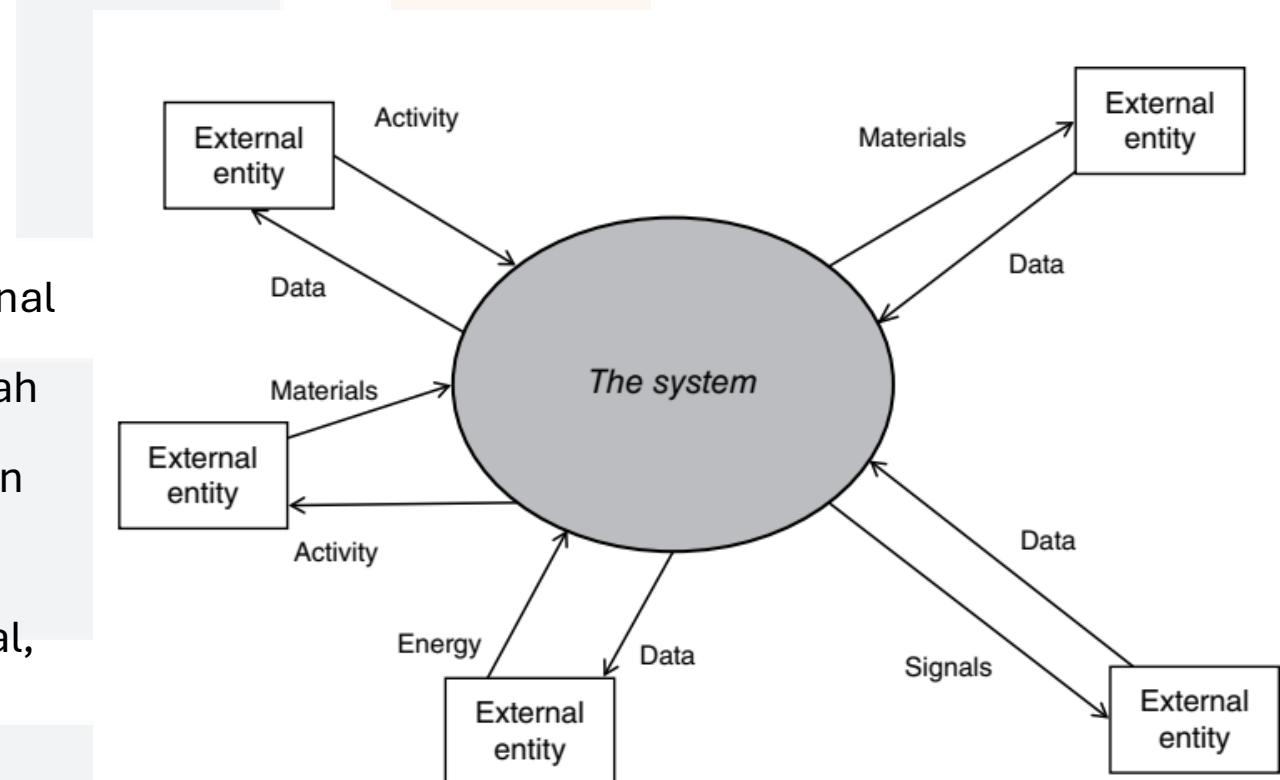
4. Kesatuan Tujuan

1. Apakah entitas tersebut didedikasikan untuk keberhasilan sistem?
2. Setelah diimplementasikan, dapatkah entitas tersebut dihapus tanpa keberatan dari entitas lain?

Pemodelan Ruang Lingkup System

Context Diagram

- External Entity:
 - Entitas yang berinteraksi dengan sistem
 - Sumber input dan tujuan output sistem
- Interaction:
 - Representasi interaksi antara entitas eksternal dan sistem
 - Digambarkan dengan panah (panah satu arah lebih disarankan)
 - Setiap interaksi diberi label yang spesifik dan jelas
- Sistem
 - Digambarkan dengan bentuk geometris (oval, lingkaran, persegi panjang)
 - Berisi hanya nama sistem tanpa informasi tambahan



Pemodelan Ruang Lingkup System (2)

- Contoh Context Diagram
- Automobile

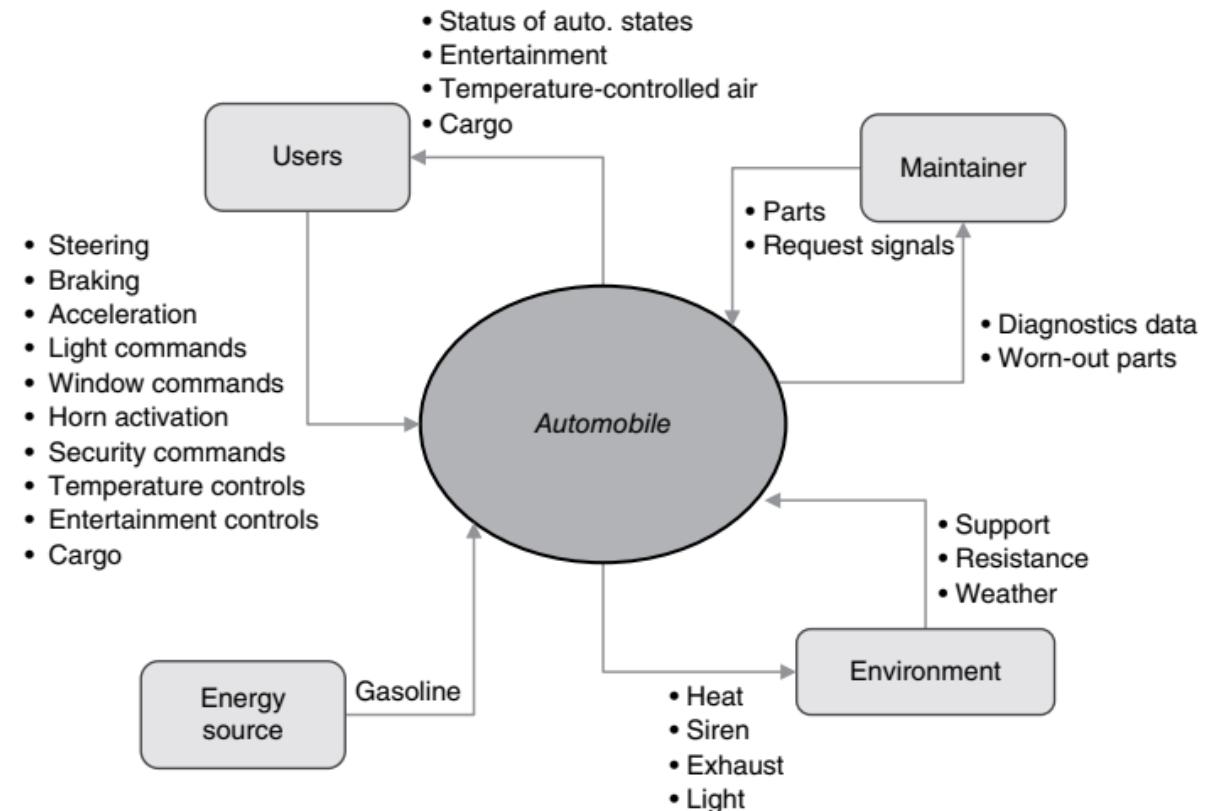
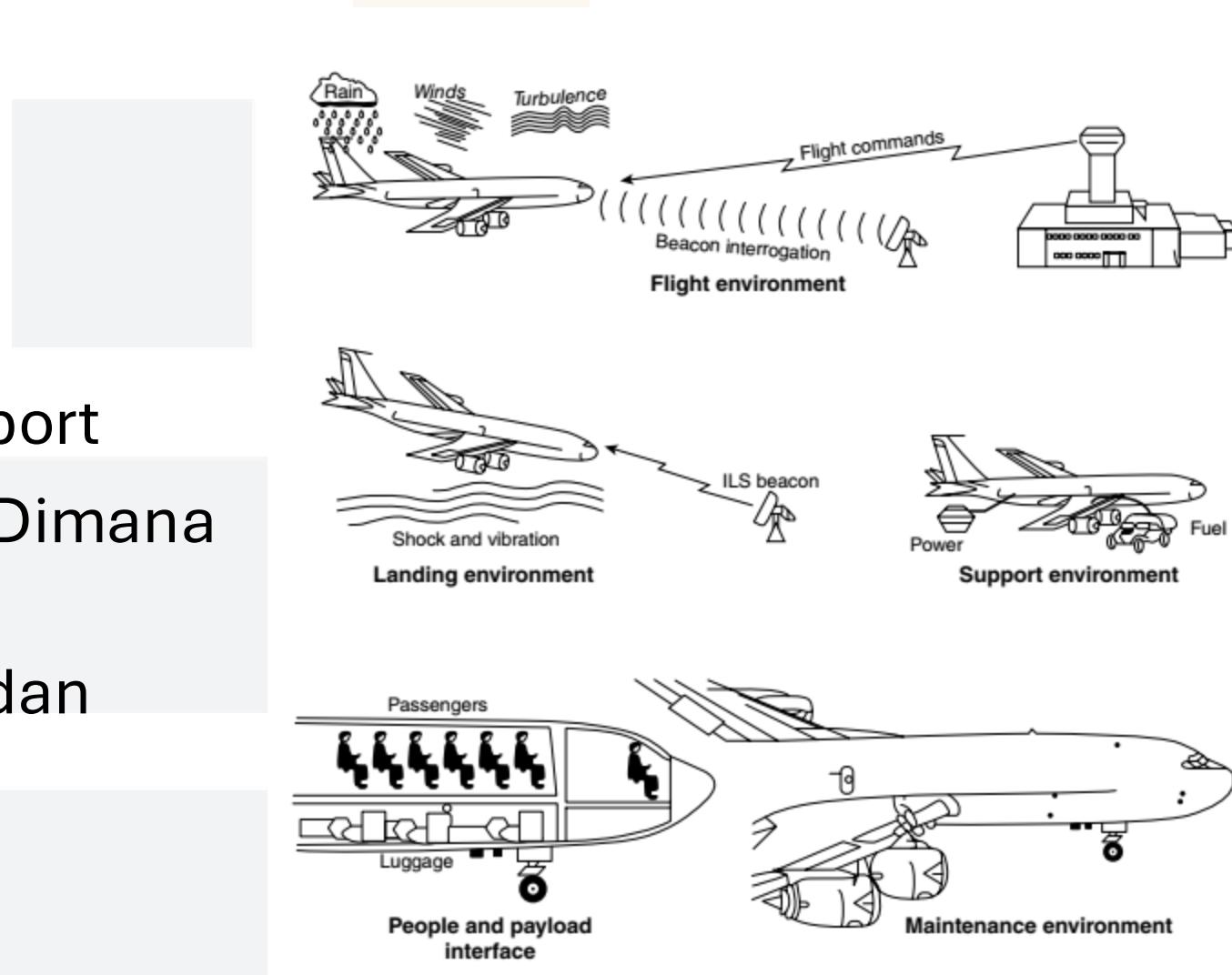


Figure 2.3. Context diagram for an automobile.

Tipe Interaksi dengan environment

- Interaksi Input dan Output
- Interaksi Operator Sistem
- Interaksi dengan *Threats*
- Interaksi dengan System Support
- Interaksi dengan lingkungan (Dimana sistem ditempatkan)
- Interaksi dengan pengiriman dan penanganan sistem



Interaksi dan Antarmuka

- **Antarmuka: Eksternal dan Internal**
 - Identifikasi dan deskripsi antarmuka merupakan bagian dari proses mendefinisikan dan mengkonsep sistem.
 - Koordinasi dan control pada antarmuka agar sistem memiliki *integrity* dalam fase perekayasaan, produksi, ataupun pengembangan sistem.
- **Interaksi**
 - Terjadi Ketika 2 elemen dari sistem yang memiliki antarmuka terhubung satu dengan yang lain

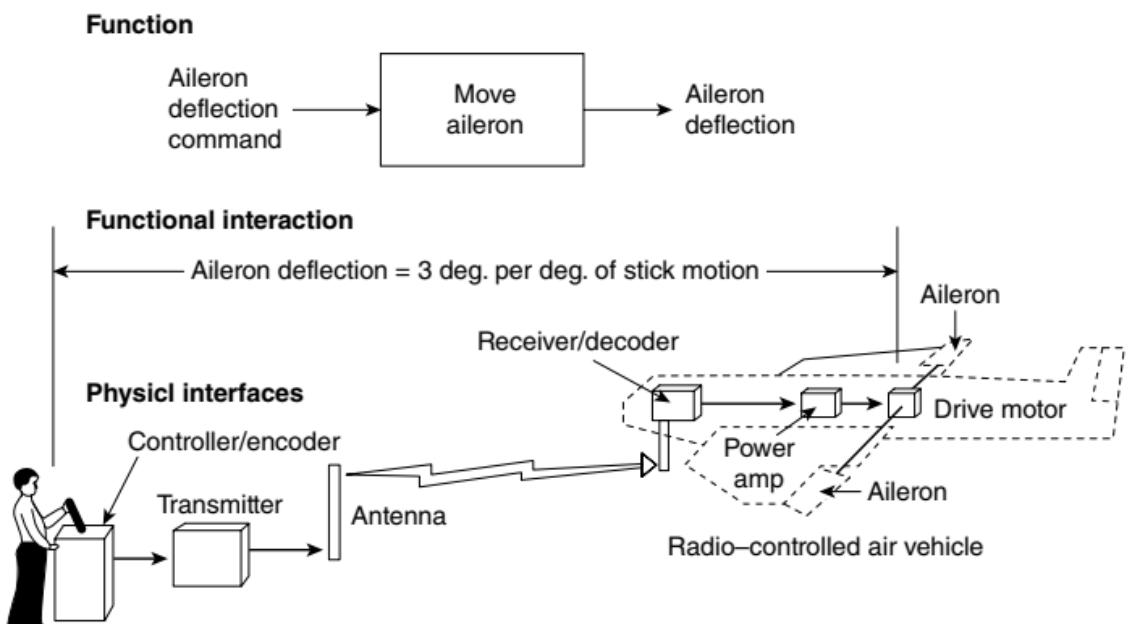


Figure 2.5. Functional interactions and physical interfaces.

Elemen Antarmuka

TABLE 2.4. Examples of Interface Elements

Type	Electrical	Mechanical	Hydraulic	Human-machine
Interaction medium	Current	Force	Fluid	Information
Connectors	Cable	Joint coupling	Pipe valve	Display
	Switch			Control panel
Isolator	RF shield insulator	Shock mount bearing	Seal	Cover
				Window
Converter	Antenna	Gear train piston	Reducing valve	Keyboard
	A/D converter		Pump	

Kompleksitas pada Sistem Modern

- System of Systems
- Enterprise systems Engineering

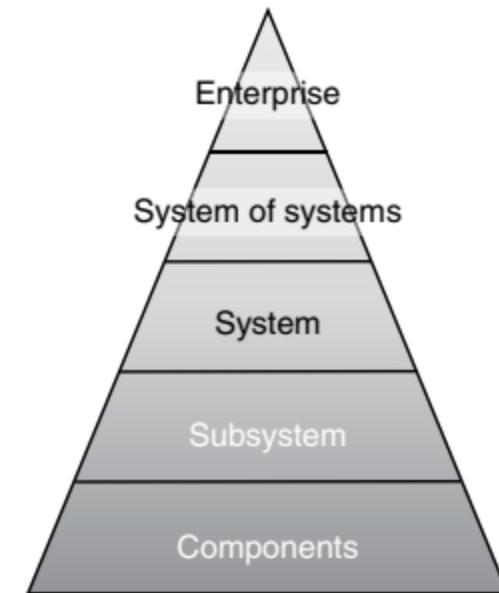


Figure 2.6. Pyramid of system hierarchy.

Kesimpulan

- System Building Blocks & Interface
- Hirarki Kompleksitas Sistem
- System building blocks
- System environment
- Interface & Interactions
- Kompleksitas Sistem Modern

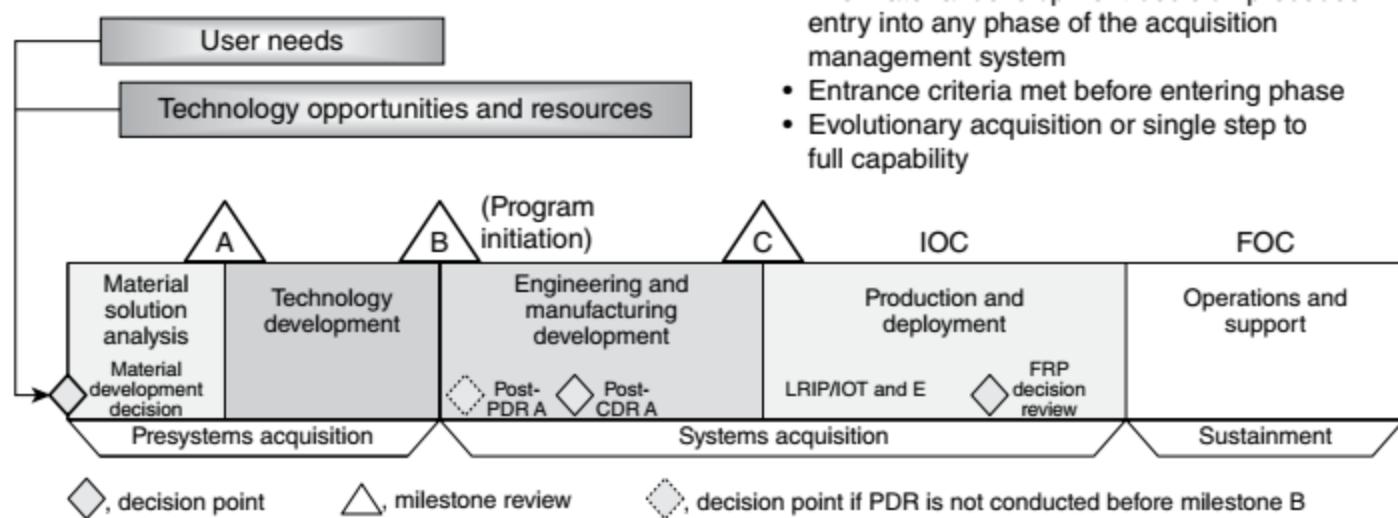
Proses Pengembangan Sistem

Materi

- Siklus Hidup Sistem
- Siklus Hidup Sistem
- Metode Rekayasa Sistem
- System Testing

Siklus Hidup Sistem

- Model Department of Defense



PDR, preliminary design review
 CDR, critical design review
 LRIP, low-rate initial production
 FRP, full-rate production
 IOT and E, initial operational test and evaluation
 IOC, initial operational capability
 FOC, full operational capability

Siklus Hidup Sistem (2)

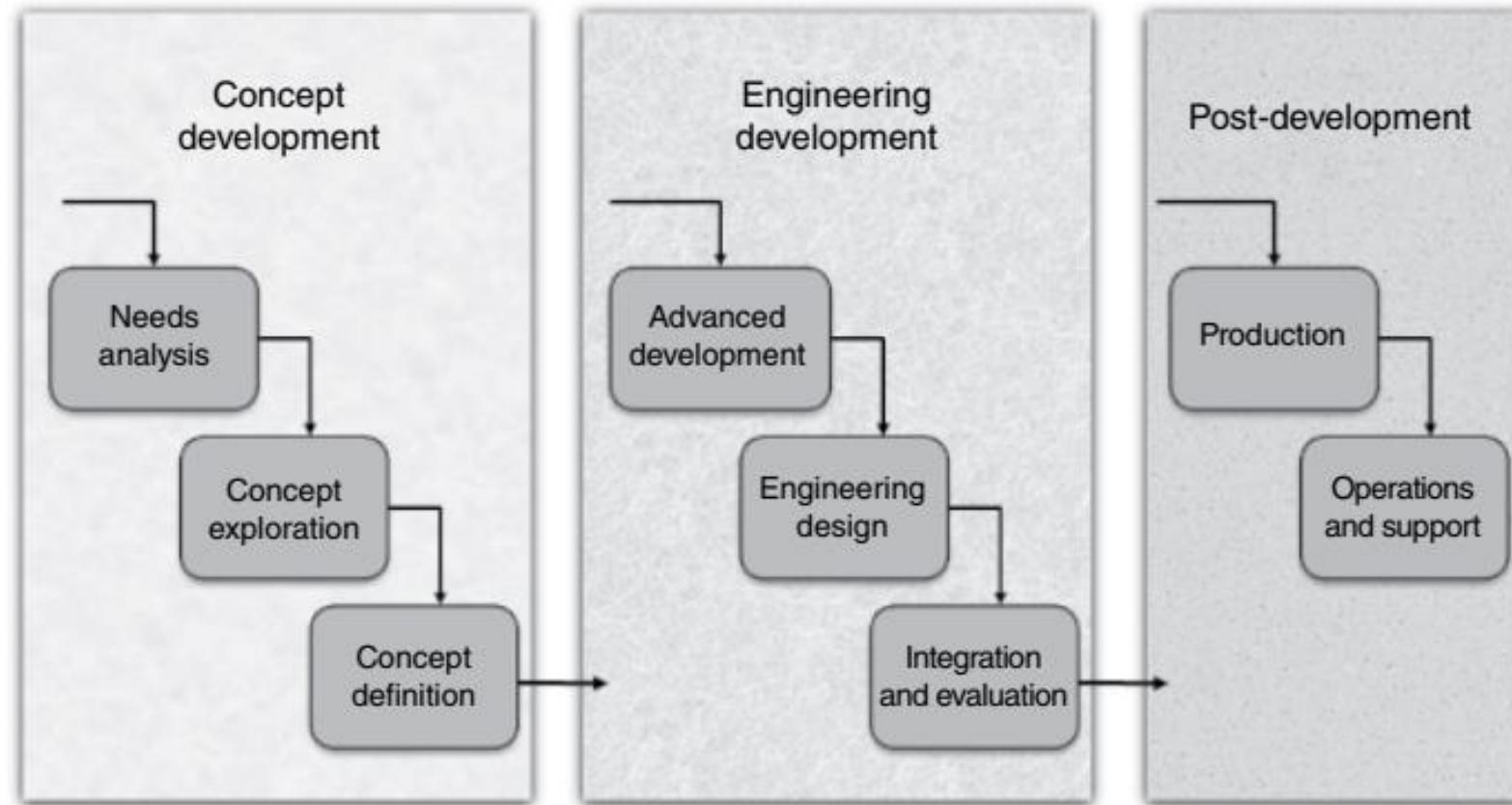


Figure 3.2. System life cycle model.

Tingkatan Siklus Pengembangan Sistem

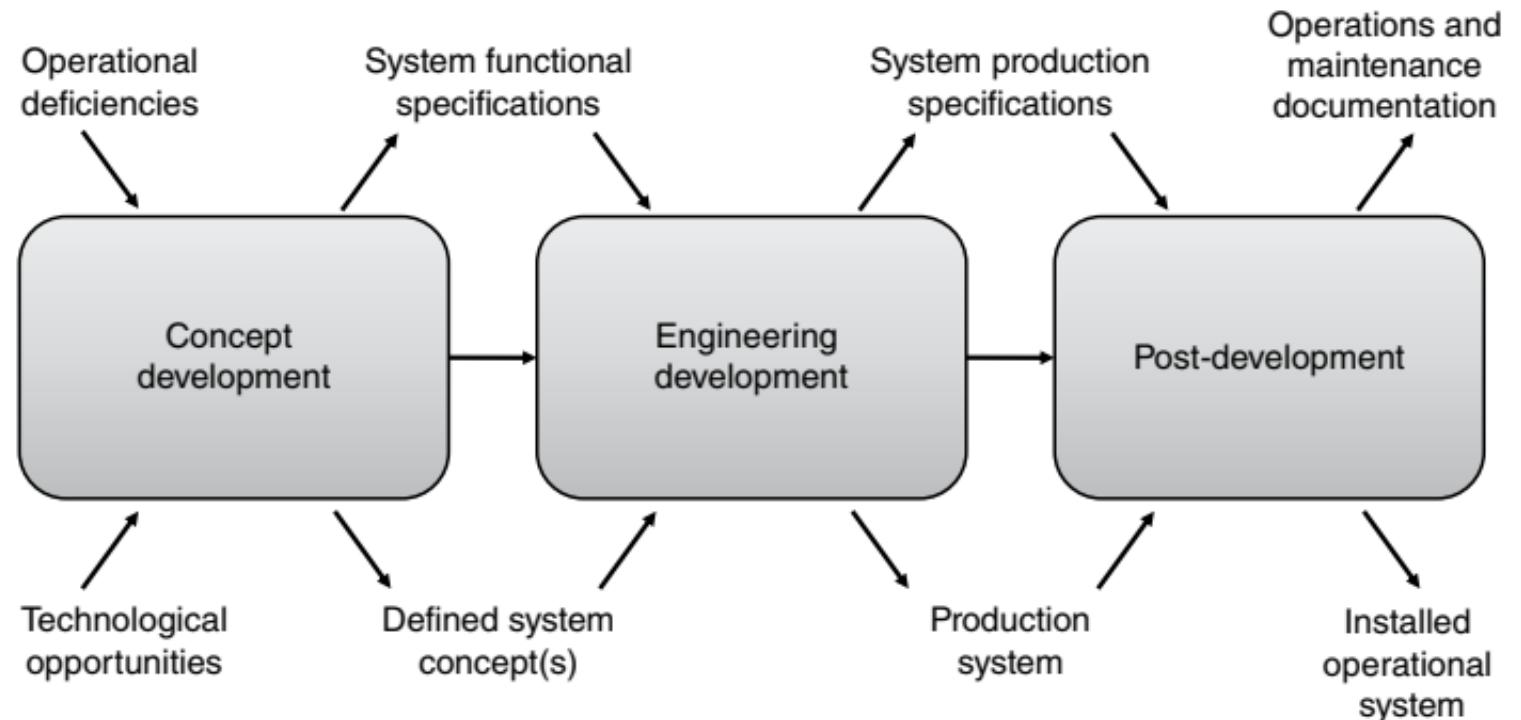


Figure 3.3. Principal stages in system life cycle.

Konsep Fase Pengembangan Sistem

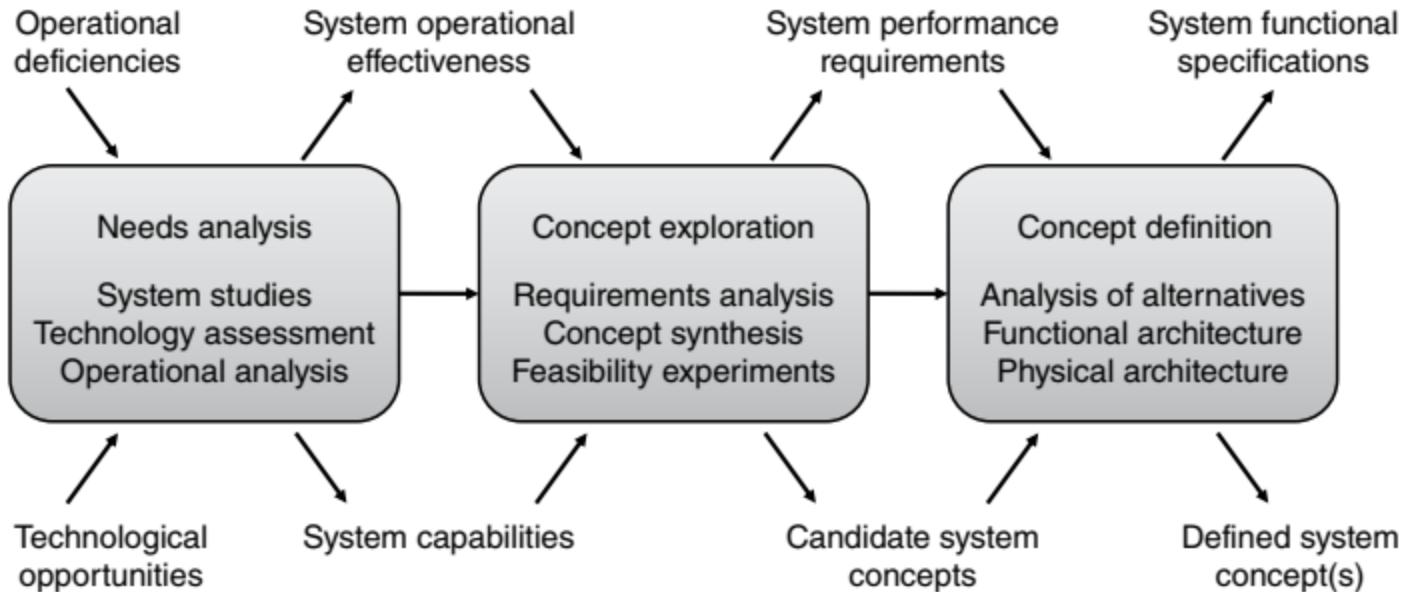


Figure 3.4. Concept development phases of system life cycle.

Fase Rekayasa

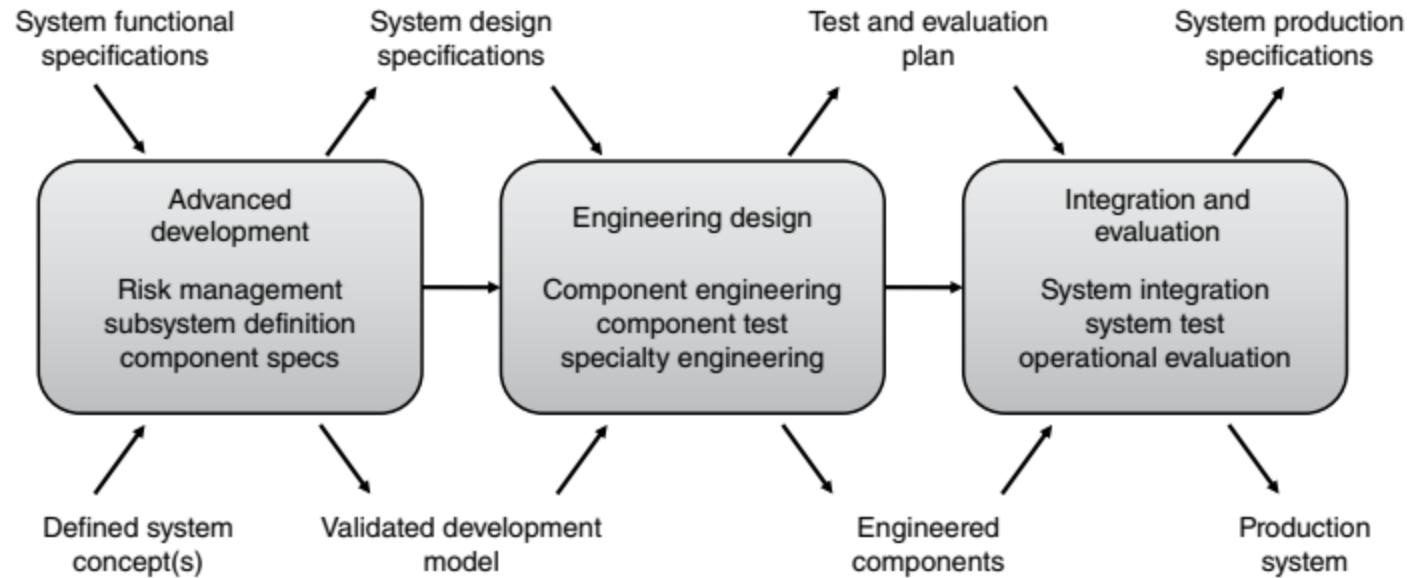


Figure 3.5. Engineering development phases in system life cycle.

Materialization

TABLE 3.1. Evolution of System Materialization Through System Life Cycle

Level	Concept development			Engineering development		
	Needs analysis	Concept exploration	Concept definition	Advanced development	Engineering design	Integration and evaluation
System	Define system capabilities and effectiveness	Identify, explore, and synthesize concepts	Define selected concept with specifications	Validate concept		Test and evaluate
Subsystem		Define requirements and ensure feasibility	Define functional and physical architecture	Validate subsystems		Integrate and test
Component			Allocate functions to components	Define specifications	Design and test	Integrate and test
Subcomponent		<i>Visualize</i>		Allocate functions to subcomponents	Design	
Part					Make or buy	

Partisipan

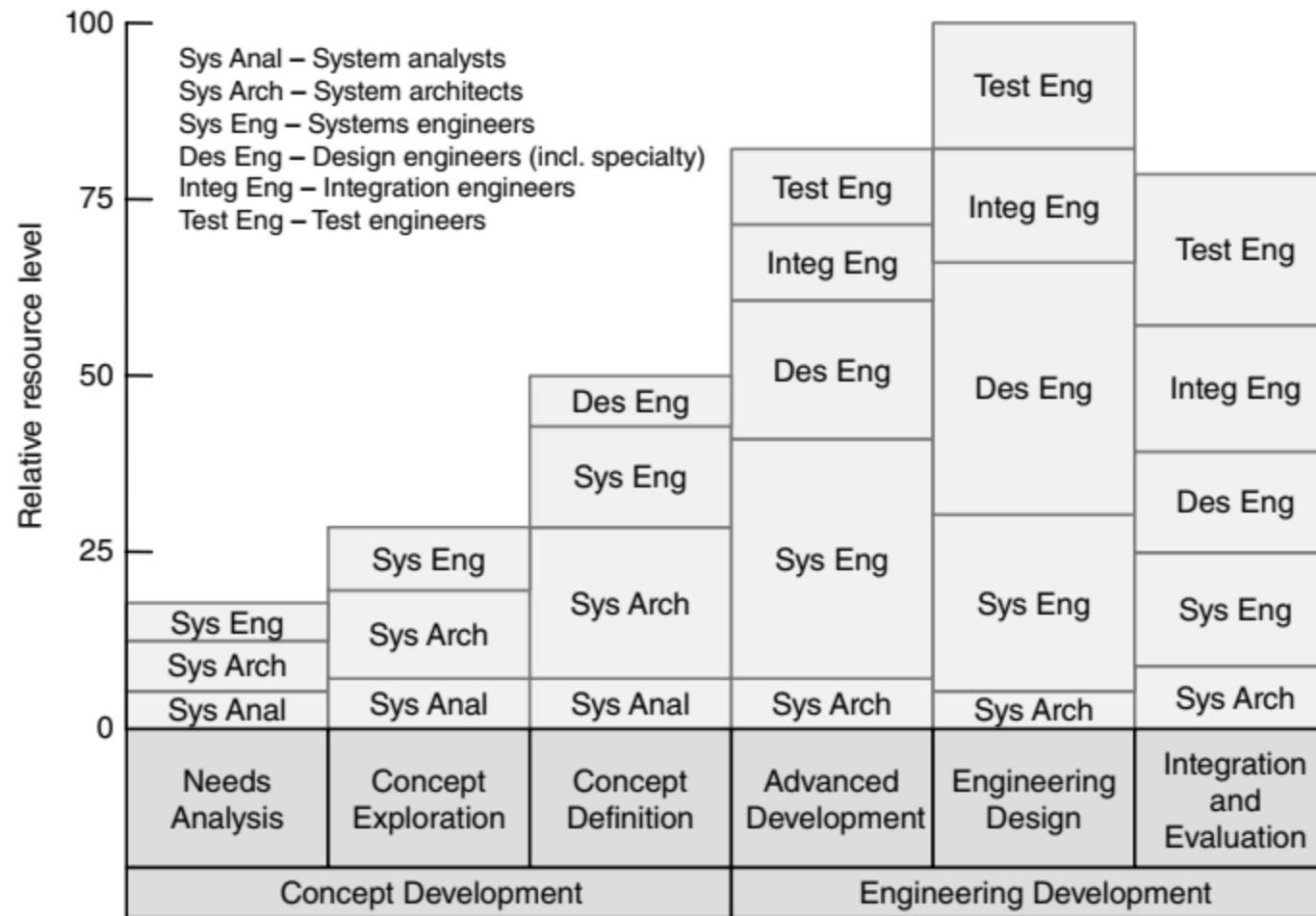


Figure 3.6. Principal Participants in Typical Aerospace System Development

Spesifikasi dan Kebutuhan Sistem

Rekayasa Sistem

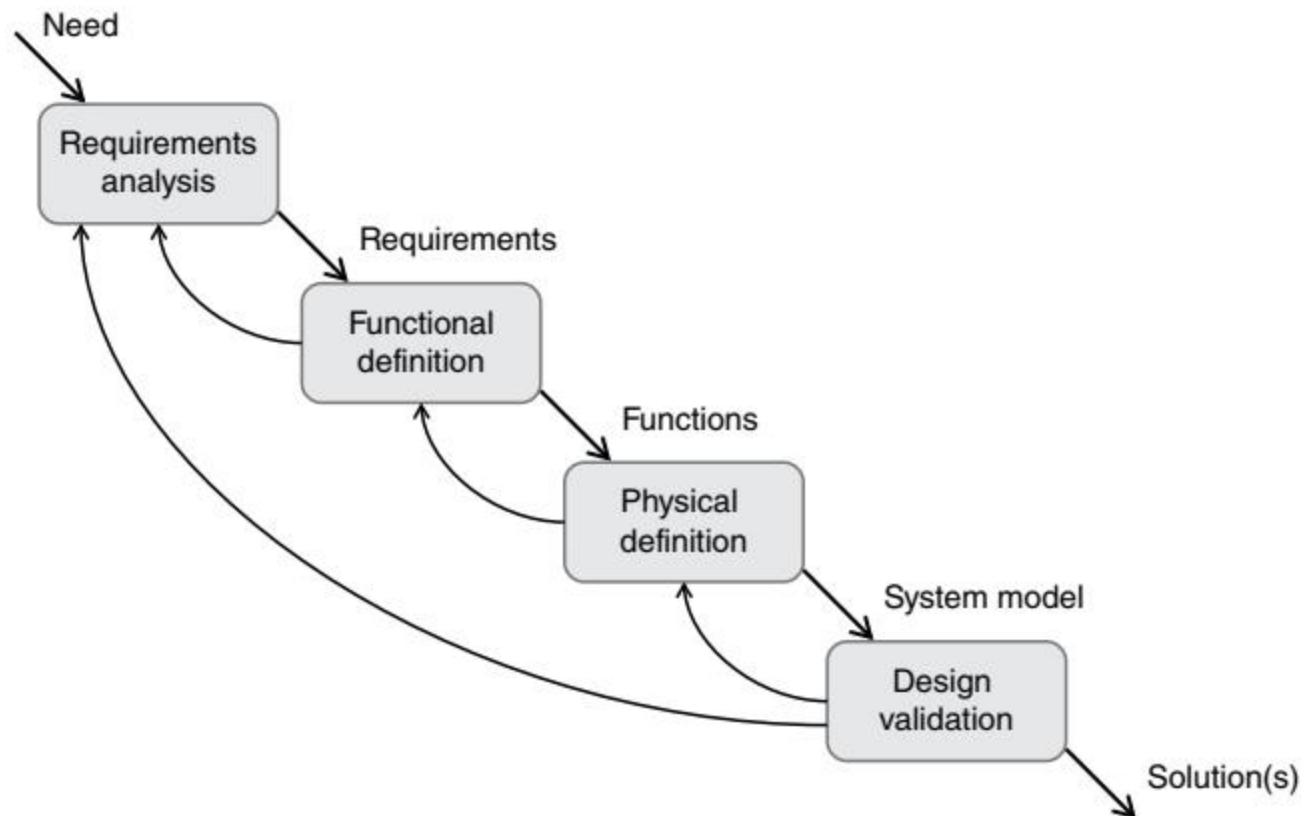


Figure 3.7. Systems engineering method's top-level flow diagram.

Rekayasa Sistem Flow Diagram

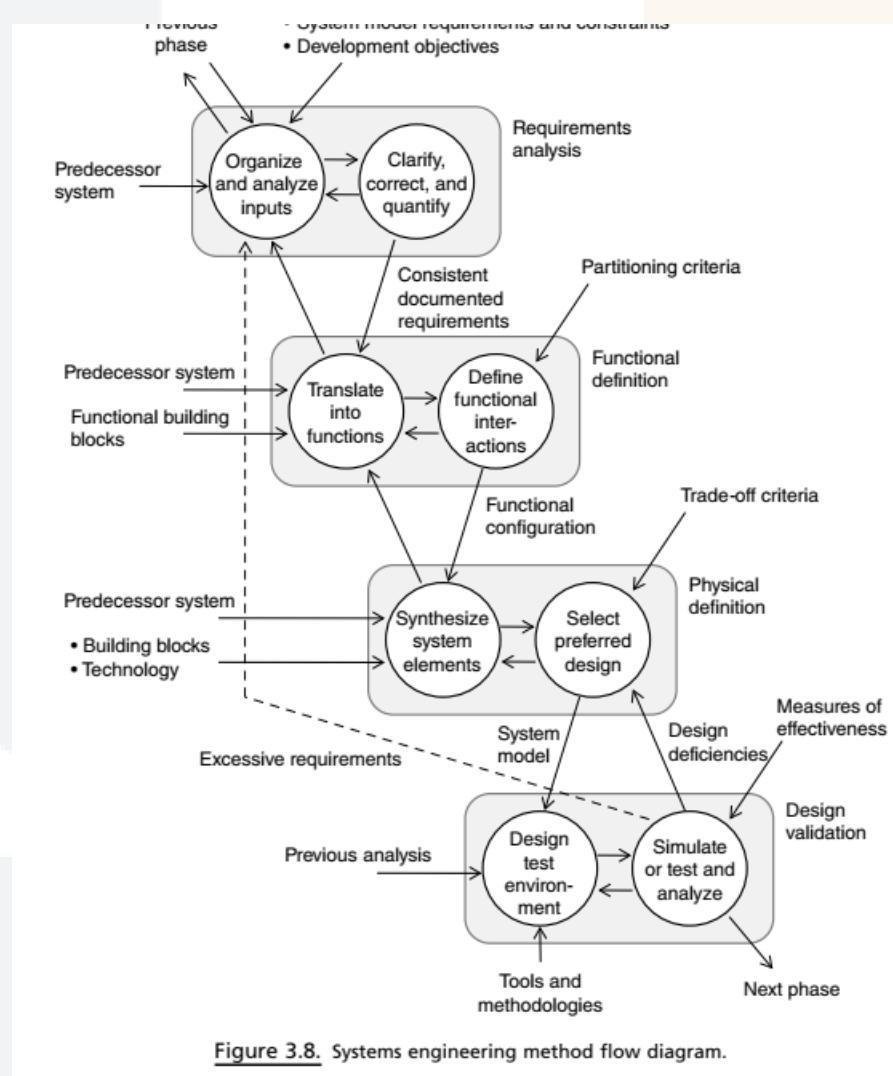


Figure 3.8. Systems engineering method flow diagram.

Spiral Lifecycle Model

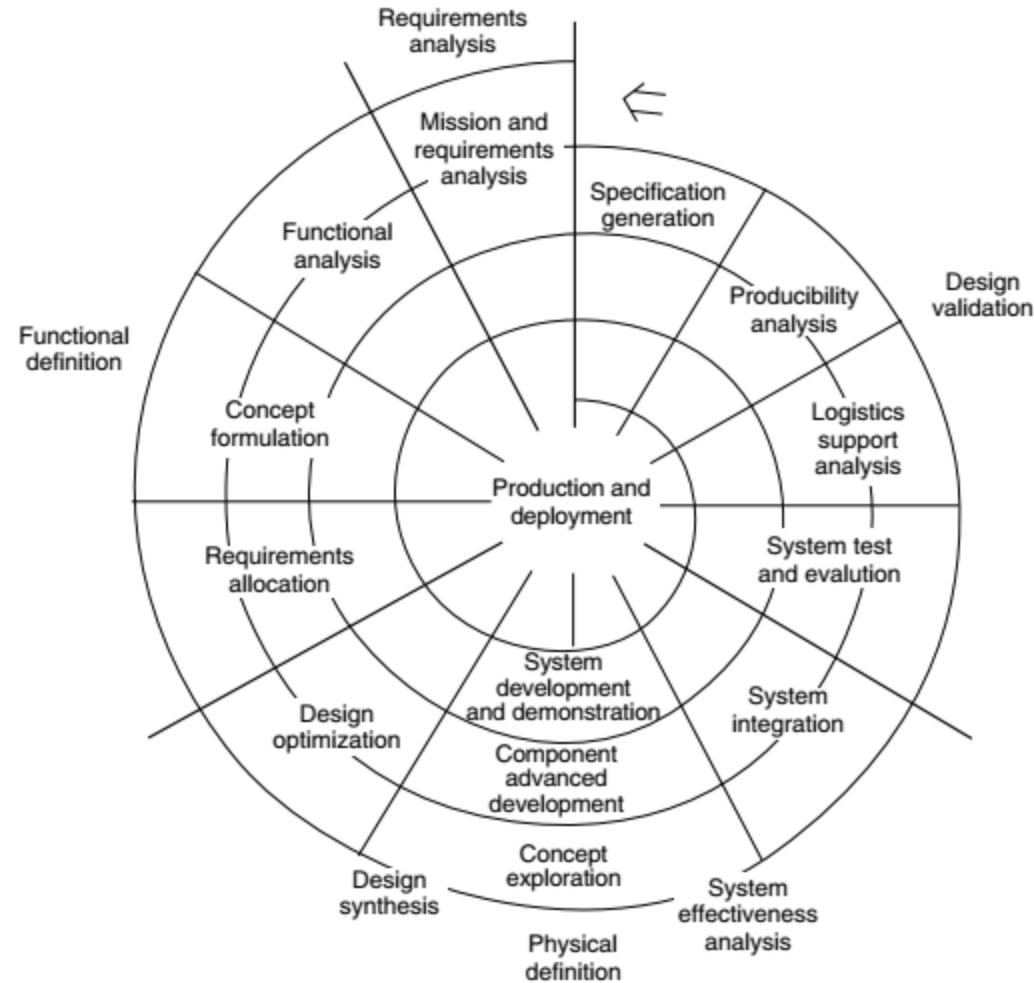


Figure 3.9. Spiral model of the system life cycle.