

# Pengenalan Riset Operasi

Ir. Vicentius Rachmadi Parmono, M.M.



## PENDAHULUAN

---

Riset operasi bisa digambarkan sebagai sebuah pendekatan atau sebuah metode yang merupakan kombinasi dari berbagai disiplin ilmu, terutama ilmu matematika, rekayasa, dan ekonomi, dalam proses pengambilan keputusan. Ide dasar dari riset operasi adalah ranah pemanfaatan ilmu pengetahuan untuk membantu pengambilan keputusan. Dengan demikian, pengambilan keputusan tidak lagi hanya didasarkan pada dasar argumentasi yang bersifat subjektif, namun juga bisa didasarkan pada pertimbangan objektif, yaitu didasarkan pada suatu metode ilmiah.

Upaya pemanfaatan ilmu pengetahuan dalam proses pengambilan keputusan sesungguhnya sudah dimulai semenjak masa Romawi kuno. Mulai dari Archimedes, Leonardo da Vinci hingga Charles Babbage. Perkembangan riset operasi tampak menunjukkan kemajuan yang signifikan dan berpengaruh hingga saat ini. Riset operasi banyak diterapkan sebagai metode ilmiah untuk membantu pengambilan keputusan di berbagai bidang mulai dari bidang militer, bisnis hingga kemasyarakatan.

Setelah mempelajari Modul 1 ini, diharapkan Anda dapat memahami dan menjelaskan perkembangan riset operasi dan pendekatan sistem pada riset operasi.

Setelah mempelajari Modul 1 ini, Anda diharapkan mampu:

1. menjelaskan tentang perkembangan riset operasi;
2. menjelaskan tentang bidang ilmu manajemen yang berkaitan dengan pertumbuhan ilmu riset operasi;
3. menjelaskan tentang pendekatan sistem sebagai salah satu ciri riset operasi;
4. menjelaskan tentang perkembangan teori sistem;
5. menjelaskan tentang komponen sistem yang terdapat pada pendekatan sistem;
6. menjelaskan tentang karakteristik pendekatan sistem;

7. menjelaskan tentang permodelan dalam riset operasi;
8. menjelaskan tentang model simulasi dalam riset operasi.

Materi dalam modul ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu sebagai berikut.

Kegiatan Belajar 1 : Perkembangan Riset Operasi.

Kegiatan Belajar 2 : Pendekatan Sistem.

### **Petunjuk Cara Belajar!**

Materi dalam modul ini, perlu Anda pelajari secara saksama karena modul ini berisi konsep-konsep dasar yang melandasi pembahasan materi riset operasi yang akan dibahas dalam modul-modul berikutnya.

Materi dalam modul-modul riset operasi, jangan Anda pandang sebagai suatu materi yang harus Anda hafal. Pengetahuan yang dibahas dalam modul riset operasi ini merupakan materi yang harus Anda pahami. Oleh karena itu, dalam mempelajari modul, Anda harus membaca secara cermat setiap materi yang diuraikan dalam setiap kegiatan belajar, saksama, kemudian Anda perlu menjawab setiap pertanyaan yang dicantumkan dalam setiap akhir kegiatan belajar. Dengan menjawab berbagai pertanyaan yang dicantumkan dalam setiap akhir kegiatan, Anda diuji seberapa mendalam pemahaman yang Anda peroleh dalam proses membaca yang telah Anda lakukan sebelumnya. Jika dalam menjawab berbagai pertanyaan tersebut, Anda masih mempunyai pertanyaan-pertanyaan yang tidak dapat Anda jawab, Anda dianjurkan untuk membaca lagi pengetahuan yang diuraikan dalam kegiatan belajar yang bersangkutan. Kegiatan membaca dan kemudian menjawab pertanyaan, perlu Anda lakukan berulang kali untuk menyempurnakan pemahaman Anda tentang pengetahuan yang dibahas dalam setiap kegiatan belajar dalam setiap modul.

## KEGIATAN BELAJAR 1

## Perkembangan Riset Operasi

## A. SEJARAH RISET OPERASI

Para ahli sejarah menyebutkan bahwa praksis riset operasi sudah mulai dilakukan semenjak masa Romawi kuno. Praksis tersebut tampak pada analisis yang dilakukan oleh Archimedes untuk melawan blokade laut yang dilakukan oleh armada Syracuse (212 SM). Praksis riset operasi terjadi lagi sesaat menjelang Perang Dunia I, ketika FW. Lancaster, seorang peneliti Inggris, yang mencoba menganalisis hubungan matematis antara kekuatan masing-masing pihak yang bertikai dengan kemungkinan hasil perang. Praksis lain yang juga sering disebut-sebut memiliki karakteristik sebagai sebuah praksis riset operasi juga dilakukan dalam studi Thomas Alva Edison yang mempelajari perang anti kapal selam. Walaupun kurang memiliki gaung pada zamannya, berbagai praksis tersebut di atas merupakan contoh bahwa pendekatan metode ilmiah dapat dipakai untuk memecahkan berbagai masalah, bahkan masalah peperangan.

Perang Dunia II adalah yang menjadi katalisator terbangunnya riset operasional sebagai sebuah keilmuan yang lebih mapan. Pada tahun 1940, sekelompok peneliti yang dipimpin oleh PMS Blackett dari the University of Manchester melakukan studi tentang “Sistem Radar Baru Anti Pesawat Terbang”. Kelompok peneliti ini sering dijuluki sebagai Kelompok Sirkus Blackett (*Blackett's circus*). Julukan ini tampaknya lebih didasarkan pada keragaman anggota kelompok peneliti yang berasal dari berbagai disiplin ilmu. Kelompok peneliti Blackcett terdiri atas 3 orang ahli fisiologi, 2 orang ahli matematika, 1 orang ahli astronomi, 1 orang tentara, 1 orang surveyor, 1 orang ahli fisika, dan 2 orang ahli matematika fisika. Keragaman ini merupakan hal yang sangat luar biasa pada waktu itu. Pada tahun 1941, kelompok Blackett terlibat dalam upaya penelitian yang berkaitan dengan pendeteksian kapal dan kapal selam dengan menggunakan radar pesawat terbang. Blackett kemudian memimpin *Naval Operational Research* pada Angkatan Laut Kerajaan Inggris Raya. Blackett bertugas melakukan studi untuk kepentingan keberhasilan operasi-operasi yang dijalankan oleh Angkatan Laut. Prinsip-prinsip metode ilmiah yang dipakai untuk membantu pengambilan keputusan dalam suatu operasi kegiatan sebagaimana yang

dilakukan oleh kelompok Blackett dinamai sebagai Riset Operasi (*Operation Research*).

Ketika Amerika Serikat terlibat dalam Perang Dunia II, prinsip-prinsip riset operasi juga diterapkan, terutama oleh Angkatan Laut dan Angkatan Udara. Peran utama aplikasi riset operasi tampak pada keberhasilan operasi pendaratan bala tentara Sekutu di Pantai Normandia, Perancis (*D Day Operation*). Operasi D Day melibatkan 26 kelompok riset operasi. Tiap kelompok riset operasi memiliki 10 orang ilmuwan. Kelompok-kelompok riset operasi tersebut bertugas untuk menganalisis data serangan udara dan laut untuk melawan gempuran dari tentara Nazi Jerman (*German U-boats*).

Perkembangan riset operasi kemudian menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, terutama di Amerika Serikat. Sifat dari industri Amerika yang sangat agresif dalam upayanya meningkatkan produktivitas menyebabkan popularitas riset operasi juga naik. Sifat dunia bisnis yang mirip dengan sifat peperangan memberikan keyakinan bahwa aplikasi riset operasi dalam dunia militer pasti bisa juga diterapkan di dunia bisnis.

Sesaat setelah berakhirnya Perang Dunia II, tahun 1948, pengajaran pertama riset operasi mulai dilakukan di perguruan tinggi, yaitu di *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Langkah ini kemudian diikuti oleh *University of College*, London. Bahkan *Case Western Reserve*, di Amerika Serikat merupakan perguruan tinggi yang kemudian menjadikan riset operasi sebagai suatu program studi tersendiri. Bangunan keilmuan riset operasi semakin kokoh dengan dibentuknya asosiasi keilmuan riset operasi di Amerika Serikat, yaitu *Operations Research Society of America*. Salah satu kontribusi dari asosiasi ini adalah adanya penerbitan jurnal ilmiah, yaitu *Journal of The Operations Research Society of America*. Penerbitan jurnal ini kemudian menjadi sarana publikasi dari berbagai hasil penelitian riset operasi di berbagai bidang.

Tujuan utama dari setiap aplikasi riset operasi adalah tercapainya optimasi hasil dari kemungkinan perencanaan yang dibuat. Walaupun pada mulanya riset operasi banyak diaplikasikan untuk kepentingan militer, namun saat ini riset operasi juga mulai banyak sekali diaplikasikan pada berbagai ranah yang lain, seperti ekonomi, bisnis, rekayasa, dan sosial. Berbagai pemanfaatan riset operasi menunjukkan adanya kesamaan karakteristik, yaitu:

1. pendekatan sistem (*systemics approach*);
2. pemodelan kuantitatif (*quantitative modeling*);
3. pendekatan kelompok (*team approach*).

Riset operasi banyak bertautan dengan beberapa bidang ilmu lain. Beberapa pihak bahkan menganggap telah terjadi tumpangsih (*overlapping*) antara riset operasi dengan beberapa disiplin ilmu tersebut, seperti manajemen, ilmu komputer, statistik, rekayasa sistem, dan rekayasa industri.

Pemahaman riset operasi sangat dipengaruhi oleh pemahaman terhadap berbagai bidang ilmu yang berkaitan tersebut. Tulisan berikut akan menyajikan beberapa bidang ilmu yang berkaitan dengan pertumbuhan bidang ilmu riset operasi.

## **B. BIDANG ILMU MANAJEMEN**

Kata manajemen sering diartikan sebagai ilmu dan seni mengelola dan mengarahkan sumber daya manusia untuk mencapai tujuan tertentu. Praktik manajemen pertama kali disebutkan pada masa Babilonia kuno. Kode Hammurabi (*Code of Hammurabi*), yang ditulis oleh Raja Hammurabi dari Babilonia pada tahun 1800 SM memuat ungkapan, “Jika seseorang bermaksud untuk mempekerjakan seorang buruh tani, dia diwajibkan untuk memberi upah sebesar 8 gus gandum tiap tahunnya”. Ungkapan ini menunjukkan bahwa pada waktu itu sudah ada upaya untuk mengarahkan orang lain untuk memenuhi kepentingan seseorang melalui mekanisme upah. Bahkan praktik pemberian upah ini sampai sekarang masih berlanjut. Perkembangan ilmu manajemen juga selanjutnya dapat dirunut dari tulisan-tulisan sejarah tentang Nebukadnezar, Plato, Alexander Agung hingga sekarang. Pada masa lalu praktik manajemen terwujud dalam bentuk manajemen perang, saat ini praktik manajemen mulai meluas ke berbagai ranah, seperti manajemen persediaan, manajemen perkotaan. Dari berbagai praktik manajemen yang terjadi pada berbagai ranah tersebut terdapat kesamaan aspek, yaitu adanya aspek perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), dan pengendalian (*controlling*).

Manajemen baru dianggap sebagai ilmu atau dianggap memiliki bobot ilmiah baru ketika Frederick W. Taylor meluncurkan teori yang kemudian dikenal sebagai *Scientific Management Theory*. FW. Taylor melakukan studi sistematis mengenai keterkaitan antara karyawan dengan pekerjaannya sebagai upaya untuk kepentingan melakukan desain ulang proses pekerjaan. Terdapat empat prinsip dalam *Scientific Management*, antara lain berikut ini.

1. Studi terhadap proses pekerjaan saat ini dengan cara mengumpulkan informasi waktu dan gerakan kerja serta pencarian metode kerja baru.

2. Kodifikasi metode kerja baru menjadi suatu aturan dan mengajarkannya kepada para karyawan.
3. Memilih karyawan yang cakap dan mampu memenuhi tuntutan kerja dari metode baru.
4. Menentukan tingkat kinerja baru bagi pekerja dan memberikan insentif premium bagi karyawan yang mampu memenuhi target tingkat kinerja.

Perkembangan teori manajemen berlanjut terus. Muncul pendekatan baru yang dikenal sebagai *Administrative Management Theory*. Teori ini berusaha menjelaskan bahwa efektivitas dan efisiensi organisasi dipengaruhi oleh struktur organisasi. Tokoh penggerak yang terkenal adalah Max Weber dan Henry Fayol. Weber menyarankan perlunya pembentukan birokrasi sebagai bentuk formal dari organisasi yang mampu menjamin terwujudnya efisiensi dan efektivitas. Aspek formal dari birokrasi tampak pada adanya peraturan, prosedur pelaksanaan baku dan norma-norma, sedangkan Fayol menekankan pada adanya: pembagian pekerjaan untuk mewujudkan spesialisasi pekerjaan, kepemimpinan yang kuat, dan iklim organisasi.

Teori Manajemen Perilaku (*Behavioral Management Theory*), selanjutnya muncul sebagai sebuah paradigma manajemen baru. Teori ini menekankan pentingnya aspek motivasi karyawan untuk mencapai tujuan organisasi. Menurut teori ini tugas seorang pimpinan adalah memotivasi dan mendorong karyawan untuk bekerja pada level terbaik dan berkomitmen pada pencapaian tujuan organisasi. Pimpinan harus memusatkan dirinya secara personal untuk memotivasi karyawan. Sebuah studi yang sangat tersohor, yaitu *The Hawthorne Studies*, menunjukkan bahwa produktivitas pekerja mampu meningkat tanpa terpengaruh oleh setting pekerjaan (faktor eksternal). Studi Hawthorne adalah studi yang dilakukan di Hawthorne Works (sebuah bengkel kerja) milik perusahaan perlistrikan *Western Electric Company* pada tahun 1924–1932. Studi ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana karakteristik setting lingkungan kerja berpengaruh terhadap kinerja dan kelelahan karyawan. Karakteristik lingkungan direpresentasikan dalam bentuk kuat cahaya lampu di tempat kerja. Hasil studi menunjukkan bahwa naik turunnya kuat cahaya lampu tidak berpengaruh terhadap kinerja karyawan. Kinerja karyawan ditengarai lebih banyak dipengaruhi oleh faktor internal yang terdapat dalam diri karyawan. Terdapat dua tokoh penggerak, yaitu Mary Parker Follet dan Douglas McGregor. Mary Parker Follet kurang sepakat dengan hasil kerja dari Frederick Taylor. Beliau merasa bahwa

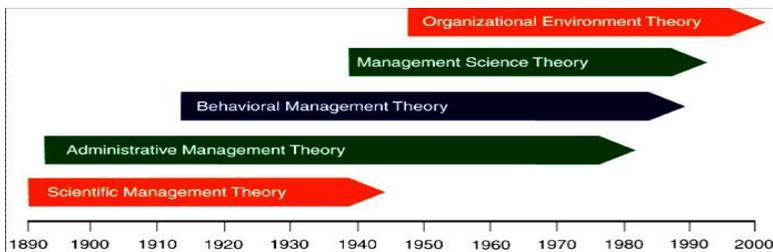
Taylor cenderung mengabaikan sisi kemanusiaan (*human side*) pada organisasi. Menurut Follet, seorang karyawan perlu didorong untuk melakukan analisis terhadap pekerjaannya. Seorang karyawan yang memiliki pengetahuan yang cukup terhadap pekerjaannya akan cenderung mampu mengendalikan pekerjaannya. Di sisi lain, McGregor membuat dua asumsi yang berkaitan dengan karyawan. Kedua asumsi McGregor dikenal sebagai Teori X dan Teori Y. Teori X mengasumsikan bahwa pada umumnya karyawan bersifat pemalas, tidak menyukai pekerjaan dan memiliki kecenderungan bekerja seminimal mungkin. Oleh karena itu, seorang pimpinan perlu melakukan pengawasan dan pengendalian dengan ketat terhadap karyawan melalui pemberian penghargaan bagi karyawan berprestasi (*reward*) dan pemberian sanksi bagi karyawan tidak berprestasi (*punishment*). Teori Y mengasumsikan bahwa pada umumnya karyawan tidak bersifat pemalas, selalu memiliki keinginan untuk bekerja sebaik mungkin. Pimpinan sebaiknya memberikan keleluasaan kepada karyawan untuk berkreativitas dan menciptakan iklim organisasi yang merangsang kreativitas.

Babak baru teori manajemen muncul yakni dengan munculnya Teori Ilmu Manajemen (*Management Science Theory*). Teori Ilmu Manajemen adalah pendekatan manajemen yang menggunakan teknik kuantitatif yang ketat untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya organisasi. Dalam pendekatan Teori Ilmu Manajemen terdapat berbagai pendekatan yang berkaitan, yaitu manajemen kuantitatif, manajemen operasi, manajemen mutu terpadu, dan manajemen sistem informasi. Manajemen kuantitatif menggunakan pemrograman linier, pemodelan, simulasi, dan teori chaos. Manajemen operasi merupakan teknik analisis yang dipakai untuk menganalisis keseluruhan aspek dari suatu sistem produksi. Manajemen mutu terpadu memusatkan diri pada analisis masukan (*input*), proses transformasi dan keluaran (*output*) untuk meningkatkan mutu produk suatu organisasi. Manajemen sistem informasi berfokus pada upaya analisis penyediaan informasi untuk kepentingan pengambilan keputusan. Kata “ilmu” dalam kata Teori Ilmu Manajemen menunjuk pada pemanfaatan *hard science* (teknik kuantitatif) dalam pemecahan masalah-masalah manajemen.

Sejalan dengan semakin tumbuhnya kesadaran bahwa keberadaan suatu organisasi sangat tergantung pada kondisi lingkungan yang berada di sekitarnya maka kemudian muncul Teori Lingkungan Organisasional (*Organizational Environment Theory*). Teori ini menyatakan bahwa kekuatan

dan kondisi lingkungan memiliki pengaruh terhadap pola pengambilan keputusan pimpinan. Pemahaman ini membawa implikasi akan kebutuhan cara pandang yang terbuka (*open system view*) terhadap lingkungan. Organisasi perlu mengambil manfaat dari berbagai sumber daya yang terdapat di lingkungan, mengelolanya menjadi suatu keluaran yang dikirim kembali ke lingkungan sebagai suatu produk.

Tak ada pendekatan atau teori manajemen yang mampu menjamin keberhasilan suatu organisasi. Pemahaman ini menjadi dasar dari tumbuhnya pendekatan baru, Teori Kontingensi (*Contingency Theory*). Berdasarkan teori ini, struktur organisasi dan sistem pengendalian manajemen tergantung pada (*contingent on*) karakteristik lingkungan eksternal. Terdapat dua bentuk struktur organisasi yang bisa diakomodasi untuk beradaptasi terhadap lingkungan, yaitu struktur mekanistik (Teori X) dan struktur organik (Teori Y). Struktur mekanistik menekankan pada perlunya kekuasaan yang terpusat di tangan pimpinan dan pengawasan yang ketat terhadap para karyawan. Struktur mekanistik dianggap sesuai untuk kondisi yang stabil. Struktur organik menekankan pada perlunya kekuasaan didesentralisasi. Pengendalian karyawan diperlonggar. Penciptaan iklim organisasi yang kondusif diperkuat dengan cara penguatan norma bersama (*shared norm*). Struktur organik sesuai diterapkan pada kondisi lingkungan yang bersifat labil dan cepat berubah. Berikut gambar tentang evolusi teori manajemen.



Sumber: Copyright©2006 by The McGraw-Hill Companies, Inc.all rights reserve.

Gambar 1.1.  
Evolusi Teori Manajemen

## C. TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Awal mula perkembangan ilmu teknik industri kurang jelas diketahui. Hanya saja kebutuhan akan ilmu teknik industri muncul ketika umat manusia mulai melakukan upaya pembuatan perkakasnya dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang terbatas. Perkakas yang terutama dibuat adalah perkakas persenjataan. Bagaimana mengelola jumlah bahan baku, penjadwalan produksi, jumlah tenaga kerja, dan seterusnya merupakan pokok perhatian yang harus dipecahkan pada masa itu.

Perkembangan ilmu teknik industri memiliki kedekatan dengan perkembangan ilmu manajemen. Tapak-tapak perkembangannya dapat disajikan sebagai berikut.

1. Adam Smith (1776) mempublikasikan karyanya yang bertajuk *Wealth of Nation*. Dalam bukunya, Adam Smith menekankan pentingnya aspek spesialisasi pekerjaan (*specialization of labour*). Dia menemukan suatu fenomena peningkatan produktivitas sebesar hampir 500% pada pabrik pembuat pin. Peningkatan produktivitas ditengarai berawal dari dilakukannya pembagian atau spesialisasi pekerjaan seorang buruh menjadi empat bentuk operasi. Seorang buruh yang pada mulanya mengerjakan pembuatan pin dari mulai proses awal hingga proses akhir. Dengan cara ini, proses produksi hanya mampu menghasilkan pin sebanyak 1000 pin/hari. Produktivitas meningkat tajam ketika dilakukan pembagian proses produksi menjadi empat bentuk operasi. Dengan cara ini seorang buruh tidak lagi mengerjakan proses produksi dari awal hingga akhir, namun bagian per bagian. Seorang buruh hanya mengerjakan salah satu bagian saja, sedangkan bagian yang lain dilakukan oleh buruh yang lain. Dengan cara ini, unit produksi yang terdiri atas 10 orang buruh ternyata dapat menghasilkan pin sebanyak 48.000 pin/hari.
2. Revolusi Industri (1800)  
Revolusi Industri yang terjadi di Inggris, ditandai dengan penemuan mesin uap oleh James Watt. Penemuan mesin uap ini menandai mulai digantikannya tenaga manusia dan hewan dengan tenaga mesin. Perubahan ini benar-benar merupakan perubahan paradigma yang cukup signifikan. Praksis manajemen produksi semenjak saat itu harus juga mempertimbangkan kemajuan teknologi permesinan.

3. Charles Babbage (1832), seorang pakar matematika menekankan pentingnya pembagian pekerjaan (*division of labour*) untuk meningkatkan produktivitas. Namun, temuannya yang berupa alat penghitung primitif yang kelak dianggap sebagai cikal bakal mesin komputer dianggap sebagai temuan penting abad ini.
4. Sejalan dengan penemuan mobil dan mulai dilakukannya produksi mobil secara massal yang dipelopori oleh Henry Ford, proses produksi dilakukan di pabrik-pabrik dengan bantuan konveyor (roda berjalan). Model produksi yang dipopulerkan oleh Ford ini kemudian menjadi pemicu kebangkitan produk massal di Amerika dan menimbulkan kebutuhan kompetensi baru yang berkaitan dengan pengelolaan produk massal.
5. Henry Towne (1886) menulis kertas kerja yang berjudul *The Engineer as Economist* di Jurnal *The Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*. Henry Towne menekankan akan perlunya seorang insinyur dalam mempertimbangkan aspek ekonomi terhadap setiap rancangan produknya. Selama itu, seorang insinyur menganggap bahwa aspek ekonomi tidaklah menjadi kriteria mutlak, namun hanya menjadi kriteria yang diperlukan (*necessary criterium*) dalam proses produksi. Akibat dari asumsi ini, biaya produksi dan harga produk menjadi tidak terkontrol dengan baik.
6. Salah satu yang menaruh perhatian terhadap peringatan dari Henry Towne adalah Frederick W. Taylor. Selain dipengaruhi tulisan Towne, Taylor sangat dipengaruhi pemikiran gurunya yang bernama George Wenthworth. Wenthworth memberi pengetahuan kepada Taylor tentang pentingnya aspek waktu dalam setiap upaya penyelesaian masalah. Berdasarkan pengaruh dari kedua orang tersebut dan pengalaman kerjanya sebagai penyelia di sebuah pabrik baja, Taylor menuliskan suatu kertas kerja panjang *On the Art of Metal Cutting* di Jurnal *Transactions of The American Society of Mechanical Engineers* (1907) dan sebuah karya yang bertajuk *Scientific Management* (1947). Karya *Scientific Management* terdiri atas karya *Shop Management*, *The Principles of Scientific Management* dan *Testimony Before the Special House Committee*. Nilai penting dari karya Taylor ini adalah pada mulai diterapkannya metode ilmiah dalam upaya penelitian proses produksi. Melalui metode ilmiah ini, pekerjaan manufaktur dipelajari dan dicari cara agar proses produksi dapat berlangsung efektif sekaligus efisien.

Oleh karena itu, Taylor dikenal sebagai Bapak Manajemen Ilmiah (*Scientific Management*). Beberapa hasil temuan dari prinsip-prinsip ilmiah yang dikembangkan oleh Taylor adalah studi metode (*methods study*), studi waktu (*time study*), dan standarisasi perkakas. Studi metode adalah pengetahuan tentang cara kerja yang dilakukan oleh karyawan. Studi waktu adalah pengetahuan tentang lama waktu yang dibutuhkan oleh seorang karyawan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Standardisasi perkakas adalah penyeragaman bentuk perkakas yang berimplikasi pada penyederhanaan bentuk dan jumlah perkakas. Salah satu implikasi dari temuan Taylor adalah pemakaian *stopwatch* untuk mengukur kecepatan kerja karyawan. Karyawan yang memiliki kecepatan kerja dan bekerja dengan efisien dijadikan *benchmark* (teladan) bagi karyawan yang lain. Walaupun penemuan Taylor ini pada awalnya banyak mengalami pertentangan, bahkan sempat dilarang di Amerika, namun semenjak tahun 1949, prinsip-prinsip manajemen ilmiah mulai boleh diterapkan di semua negara bagian Amerika.

7. Pasangan suami istri Frank dan Lilian Gilberth adalah pasangan insinyur dan psikolog. Mereka berdua banyak melakukan penelitian bersama tentang perilaku yang berkait antara pekerjaan dan karyawan (*human work behaviour*). Temuan dari pasangan ini adalah studi gerakan (*motion study*) dan faktor manusia (*human factors*) yang mempengaruhi kecepatan dan kelelahan kerja karyawan. Dalam studi gerakan, pasangan Gilberth menyelidiki gerakan-gerakan yang dilakukan oleh karyawan dalam bekerja. Dari penelitiannya, Gilberth berhasil menentukan lima gerakan dasar dalam bekerja yang disebutnya sebagai *therbligs* (kebalikan dari Gilberth). Lima gerakan dasar tersebut adalah *search* (cari), *find* (temukan), *transport empty* (bawa), *pre position* (tempatkan), dan *grasp* (atur). Kelima gerakan tersebut adalah lima gerakan dasar yang menentukan efektivitas dan efisiensi gerakan kerja. Gilberth berhasil mengurangi 18 gerakan menjadi 5 gerakan dasar. Berdasarkan *therbligs*, selain kelima gerakan tersebut, gerakan yang lain dianggap sia-sia dan tidak mendukung pekerjaan. Demikian juga gerakan-gerakan efektif karyawan haruslah merupakan kombinasi dari lima gerakan dasar. Di sisi lain, yang dimaksud dengan faktor manusia (*human factors*) adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja karyawan, seperti karakteristik pribadi, sifat pekerjaan, cahaya lampu, kelembaban ruang

kerja, kebisingan. Faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap kinerja karyawan dalam menyelesaikan pekerjaannya.

8. Setelah Taylor, beberapa ahli mencoba menerapkan pendekatan metode ilmiah untuk membantu meningkatkan kinerja proses produksi. Beberapa di antaranya yang patut dicatat, antara lain Henry Lurence Gantt. Henry Gantt menciptakan suatu peta kerja yang sekarang dikenal sebagai *Gantt chart*. Peta kerja *Gantt chart* sangat berguna untuk memetakan suatu pekerjaan yang harus dilakukan secara simultan. Peta kerja *Gantt chart* biasa dipakai pada suatu pengelolaan proyek (manajemen proyek). Harrington Emerson berhasil menerapkan prinsip-prinsip yang dikembangkan Taylor dalam mereorganisasi suatu perusahaan kereta api, *The Santa Fe Railroad System*. Dia menuliskan hasil pekerjaannya dalam sebuah buku yang berjudul *Twelve Principles of Efficiency*. Kelompok para ahli yang mencoba mengaplikasikan prinsip-prinsip Taylor ini dikenal sebagai kelompok Tradisionalis Akhir (*later traditionalist*).
9. Muncul kemudian suatu kelompok para ahli yang menerapkan metode ilmiah dalam manajemen industri dalam bentuk pemakaian matematika deskriptif secara ekstensif. Kelompok ini tidak hanya sekadar menerapkan prinsip-prinsip Taylor, namun juga sudah mulai mengembangkannya dalam bentuk yang lebih maju. Kelompok ini dikenal sebagai kelompok Modernis Awal (*early modernist*). Beberapa di antaranya FW Harris yang mengembangkan model matematika suatu pengelolaan simpanan sederhana (*inventory*). Pada tahun 1924, Walter Shewart dari *the Bell Telephone Laboratories* berhasil mengembangkan suatu metode pengendalian dalam bentuk peta kendali (*control chart*) yang sangat bermanfaat dalam pengendalian mutu. Shewart mengembangkan peta kendali tersebut dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip statistika sehingga di kemudian hari dikenal sebagai pengendalian mutu statistika (*statistical quality control*).

Pada mulanya, teknik dan manajemen industri dianggap sebagai bagian dari disiplin ilmu teknik mesin. Bahkan simbol-simbol dari peta proses produksi yang sampai saat ini masih dipakai untuk melambangkan perjalanan proses produksi dalam suatu unit produksi merupakan hasil pendefinisian yang dikeluarkan oleh ASME (*American Society of Mechanical Engineering*). Baru pada tahun 1948, terbentuklah suatu organisasi yang

disebut sebagai AIIE (*American Institute of Industrial Engineers*). AIIE bertujuan menyebarluaskan pemahaman manajemen teknik dan manajemen industri, salah satu bentuknya adalah dengan menerbitkan dua jenis jurnal ilmiah, yaitu *Industrial Engineering* (untuk para praktisi) dan *AIIE Transactions* (untuk para akademisi). Langkah pembentukan AIIE ini selaras dengan langkah yang dilakukan ASME dalam bentuk pembentukan divisi baru dalam ASME, yaitu *Production Management Division*. Agaknya pada saat itu sudah mulai disadari bahwa sudah ada kebutuhan untuk mengembangkan suatu disiplin ilmu baru yang mampu memberikan pengetahuan tentang cara pengelolaan suatu kegiatan manufaktur atau operasi. Disiplin ilmu ini merupakan disiplin ilmu yang tidak hanya saja berkaitan dengan perkakas, namun juga perlu melibatkan aspek manusia, metode kerja, dan lingkungan kerja. Disiplin ilmu ini kemudian dikenal sebagai disiplin ilmu teknik dan manajemen industri.



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan karakteristik yang terdapat pada riset operasi!
- 2) Kelompok studi yang dianggap sebagai tonggak perkembangan ilmu riset operasi, Jelaskan!
- 3) Publikasi ilmiah yang dianggap sebagai tonggak kehadiran ilmu riset operasi, Jelaskan!
- 4) Mengapa prinsip-prinsip riset operasi banyak berawal dari praksis di dunia militer?
- 5) Jelaskan tahap-tahap perkembangan ilmu manajemen!
- 6) Jelaskan tahap-tahap perkembangan teknik dan manajemen industri!
- 7) Apa yang menyebabkan sehingga Taylor merasa pentingnya aspek waktu dalam setiap upaya penyelesaian masalah?

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

Baca dan pelajari kembali Kegiatan Belajar 1 dengan baik, apabila Anda mendapatkan kesulitan, dapat berdiskusi dengan teman atau tutor Anda!



Perkembangan riset operasi tidak lepas dari perkembangan ilmu manajemen pada umumnya. Sebagaimana ilmu manajemen pada umumnya, riset operasi berkembang dari dukungan berbagai bidang ilmu, mulai dari ilmu sosial hingga ilmu keteknikan. Riset operasi menfokuskan diri pada upaya pencapaian optimasi sumber daya dengan metode kuantitatif. Walaupun demikian metode kuantitatif yang dibangun tidak serta merta mengabaikan sama sekali pertimbangan dari sisi metode kualitatif seperti pendekatan sistem dan tim.

Riset operasi banyak bertautan dengan beberapa bidang ilmu lain. Beberapa pihak bahkan menganggap telah terjadi tumpangtuh (*overlapping*) antara riset operasi dengan beberapa disiplin ilmu tersebut, seperti manajemen, ilmu komputer, statistik, rekayasa sistem, dan rekayasa industri.

Pemahaman riset operasi sangat dipengaruhi oleh pemahaman terhadap berbagai bidang ilmu yang berkaitan tersebut, antara lain bidang ilmu manajemen dan teknik dan manajemen industri.

TES FORMATIF 1

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Riset operasi merupakan pendekatan ilmu dari ....
  - A. matematika
  - B. ekonomi
  - C. teknik
  - D. multi disiplin
  
- 2) Kelompok kerja Blackett sering disebut sebagai ....
  - A. Blackett Circus
  - B. London Circus
  - C. Manchester Circus
  - D. Moscow Circus
  
- 3) Kontribusi utama dari Marry Parker Follet adalah ....
  - A. penggunaan pendekatan sistem dalam pekerjaan
  - B. penekanan sisi manusia (*human side*)
  - C. Teori XY
  - D. Standarisasi pekerjaan

- 4) Teori Ilmu Manajemen (*The Management Science Theory*) menekankan bahwa pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan mendasarkan pada ....
- dinamika perubahan lingkungan
  - standardisasi pekerjaan
  - teknik kuantitatif
  - jalinan hubungan antara atasan-bawahan
- 5) Publikasi ilmiah pertama yang memfokuskan diri pada pengembangan riset operasi adalah ....
- Journal of Operation Research Society of America*
  - American Journal of Operation Research*
  - International Journal of Operation Research*
  - European Journal of Operation Research*
- 6) Ahli yang menekankan pentingnya aspek spesialisasi pekerjaan (*specialization of labour*) adalah ....
- Adam Smith
  - Henry Gantt
  - Henry Fayol
  - Frederick W. Taylor
- 7) Henry Gantt menciptakan suatu peta kerja yang sekarang dikenal sebagai *Gantt chart*. Peta kerja *Gantt chart* sangat berguna untuk ....
- memetakan suatu pekerjaan yang tidak dilakukan secara simultan
  - memetakan suatu pekerjaan yang harus dilakukan secara simultan
  - menentukan efektivitas dan efisiensi gerakan kerja
  - pengendalian mutu suatu pekerjaan

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

**KEGIATAN BELAJAR 2****Pendekatan Sistem (*System Thinking*)****A. PENDAHULUAN**

Teori sistem adalah teori yang bersifat lintas disiplin ilmu yang mempelajari komponen-komponen suatu sistem sebagai satu kesatuan yang saling berinteraksi. Teori sistem saat ini diartikan sama dengan ilmu sistem, ilmu sistem, dan ilmu sistem kompleks.

Teori sistem berfokus pada organisasi dan serangkaian relasi interdependen yang terdapat dalam organisasi. Sebuah sistem terdiri atas komponen-komponen yang saling berinteraksi secara teratur dan bergantung satu sama lain membentuk satu kesatuan sinergi. Berdasarkan teori sistem, perilaku suatu sistem tidak bisa serta merta dipahami melalui pemahaman terhadap komponen-komponennya secara terpisah. Pemahaman terhadap komponen-komponen sistem harus dibarengi dengan pemahaman terhadap struktur sistem secara keseluruhan. Hubungan antarkomponen dalam sistem tidak selalu bersifat linear, tetapi bisa juga bersifat memutar (*circular*), saling mengunci (*interlocking*). Berbagai bentuk hubungan antarkomponen beserta komponen-komponen itu sendirilah yang mempengaruhi dinamika perilaku suatu sistem. Dalam teori sistem, hal ini dipelajari sebagai dinamika sistem (*system dynamics*).

Teori sistem tidak hanya bisa diterapkan dalam ranah ilmu alam, namun juga bisa dikembangkan dalam ranah ilmu sosial. Berdasar teori sistem, organisasi dipandang sebagai entitas yang memiliki kesatuan tujuan dan terdiri atas komponen-komponen yang saling berhubungan. Dalam ranah ilmu sosial, teori sistem pada mulanya cenderung didasarkan pada ilmu alam kemudian mendapat sentuhan humanistik.

**B. SEJARAH**

Tapak-tapak perkembangan teori sistem dapat dirunut sebagai berikut.

1. 1945–1955, Ludwid von Bertalanffy mempublikasikan karyanya “General System Theory”. Dalam karyanya ini, Von Bertalanffy bermaksud menjelaskan fenomena sistem yang terdapat dalam berbagai bidang ilmu.

2. 1948–1955, Norbert Wiener dan Ross Ashby mempublikasikan karya “Mathematical Theory of The Communication and Control Systems through Regulatory Feedback”. Karya ini memiliki relasi dengan teori pengendalian. Karya ini juga menjadi salah satu acuan dalam ilmu sibernetika. Ashby dan Wiener menemukan aspek penting dari adanya umpan balik pada suatu sistem.
3. 1970, René Thom dan E.C. Zeeman mengembangkan Teori Catastrophe. Teori Catastrophe merupakan cabang dari ilmu matematika yang dimaksudkan untuk menjelaskan fenomena percabangan dua (*bifurcations*) dalam suatu sistem yang bersifat dinamis. Teori ini juga menggolongkan fenomena yang mengalami perubahan-perubahan perilaku secara mendadak sebagai akibat dari adanya perubahan kecil pada suatu situasi.
4. 1980, Teori Chaos, dikembangkan oleh David Ruelle, Edward Lorenz, Mitchell Feigenbaum, Steve Smale dan James Yorke. Teori Chaos merupakan teori matematika tentang sistem dinamis nonlinear yang menjelaskan fenomena percabangan dua (*bifurcations*), penarik asing (*strange attractors*), dan gerakan tak beraturan (*chaotic motions*).
5. 1990, John Holland, Murray Gell-Mann, Harold Morowitz, Brian Arthur mengembangkan *Complex Adaptive Systems* (CAS). CAS adalah ilmu baru tentang kompleksitas yang mencoba melukiskan fenomena kemunculan dadakan (*emergence/unplanned*), penyesuaian diri, dan *self organization*. CAS dikembangkan di Santa Fe Institute (SFI) dan berbasis simulasi komputer. CAS sangat bermanfaat untuk simulasi-simulasi sistem sosial yang bersifat kompleks.

### C. PENDEKATAN SISTEM

Pendekatan sistem sering juga disebut sebagai cara berpikir berwawasan sistem (*system thinking*). Pendekatan sistem dipandang sebagai alternatif pendekatan linier (*linear thinking*) dalam upaya pemahaman problem dan pemecahan masalah.

Berdasarkan pendekatan linier, suatu permasalahan dapat diselesaikan melalui pemahaman bagian per bagiannya dan suatu permasalahan dapat diselesaikan dengan hanya menfokuskan diri pada salah satu bagian dari permasalahan tersebut yang dipandang kritikal. Jadi, apabila dinarasikan seperti ketika kita menginginkan peningkatan kemampuan berlari sekor

kuda maka kita harus memfokuskan diri pada kemampuan keempat kaki kuda semata.

Berlainan dengan pendekatan linier, pendekatan sistem memfokuskan diri pada keterkaitan antartiap bagian dari suatu permasalahan. Berdasarkan pendekatan sistem, upaya peningkatan kemampuan kuda tidak dapat hanya difokuskan pada keempat kaki kuda semata, tetapi juga harus memperhatikan bagian lain dari kuda, seperti jantung dan paru-paru yang memiliki keterkaitan dengan kinerja kaki-kaki kuda.

Jejak aplikasi pendekatan sistem dapat ditemukan pertama kali dari kertas kerja *On Governors*, karya seorang dokter berkebangsaan Skotlandia, James Maxwell. Uniknya, Maxwell yang seorang dokter, menganalisis masalah suatu mesin uap. Analisisnya didasarkan pada pemahamannya akan keterkaitan antarkomponen mesin seperti halnya keterkaitan antar-organ tubuh. Pemahaman Maxwell memberi pelajaran bahwa untuk memahami suatu persoalan membutuhkan adanya pemahaman suatu sistem secara menyeluruh, tidak hanya pemahaman komponen-komponennya semata. Jejak pendekatan sistem kemudian berlanjut. Pada mulanya pendekatan sistem banyak berkembang dalam ranah ilmu biologi, kedokteran, dan sibernetika. Pendekatan sistem kemudian meluas dan diaplikasikan pada ranah lain, seperti bisnis dan sosial kemasyarakatan. Terbitnya buku *General System Theory* karya Ludwig von Bertalanffy (1968) menjadi tonggak bagi meluasnya aplikasi pendekatan sistem untuk kepentingan pengambilan keputusan dalam ranah yang luas, terutama untuk pengembangan program-program simulasi dan modeling dalam komputer. Model dan metodologi pendekatan sistem sebagai alat analisis semakin mapan dengan keterlibatan dari *School of Industrial Management* (kemudian berganti nama menjadi *Alfred P. Sloan School of Management*) dan *Massachusetts of industrial Technology*.

Suatu sistem adalah sebuah set keterkaitan antarkomponen-komponen yang menyusunnya. Dalam pendekatan sistem, keterkaitan antarbagian merupakan intisari dari suatu sistem. Jadi, sistem bukan hanya terdiri atas komponen-komponen penyusun, tetapi keterkaitan antarkomponen-komponen tersebut juga menentukan kinerja dan perilaku suatu sistem. Dengan landasan pemahaman tersebut maka dalam pendekatan sistem kemudian juga lebih memfokuskan diri pada pola proses yang mendahului kemungkinan terjadinya suatu kejadian (*events*) dibandingkan terhadap kejadian itu sendiri. Pendekatan ini menghindarkan pengambilan keputusan

dari sindroma katak rebus (*boiled frog*). Sindroma katak rebus adalah sindroma ketidaksadaran adanya suatu proses perlahan-lahan yang terjadi dan bisa berakibat terjadinya suatu perubahan yang signifikan.

Narasi sindroma katak rebus mengandaikan adanya kelengahan pada diri seekor katak. Seekor katak ditempatkan pada suatu wadah berisi air. Wadah tersebut kemudian dipanaskan perlahan-lahan. Sang katak merasa senang karena airnya terasa hangat, ia tidak mau beranjak dari wadah tersebut. Pelan namun pasti, air dalam wadah tersebut semakin panas dan mengancam jiwa sang katak. Namun, naas karena terlambat mengantisipasi proses perubahan, sang katak terjebak dalam air rebusan. Sindroma katak rebus mengkiaskan adanya ketidakpekaan akan adanya suatu proses yang berlangsung perlahan-lahan. Sindroma ini juga mengkritik adanya upaya terlalu mengfokuskan diri pada suatu kejadian tanpa memahami proses yang terjadi di balik suatu kejadian. Proses perubahan tersebut sesungguhnya merupakan hasil interaksi dari komponen-komponen penyusun suatu sistem.

Keterkaitan dalam suatu sistem tidak hanya berlangsung satu arah. Keterkaitan antarkomponen sistem bisa saja berlangsung dua arah. Hubungan dua arah ini memungkinkan adanya suatu umpan balik (*feedback*) dari suatu komponen ke komponen lain atau dari komponen ke keseluruhan sistem dan sebaliknya. Berdasarkan pendekatan sistem, keterkaitan antarkomponen dalam suatu sistem bisa bersifat beragam cara. Bisa bersifat satu arah, dua arah hingga bersifat memutar (*circular causality*).

## **D. KOMPONEN SISTEM**

Setiap sistem pada dasarnya terdiri atas komponen-komponen yang saling berkaitan. Komponen-komponen yang ada dapat dikelompokkan antara lain sebagai berikut.

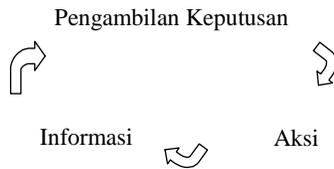
### **1. Sumber Daya**

Sumber daya adalah segala sesuatu yang tersedia yang bisa digunakan untuk melakukan suatu aksi. Sumber daya bisa berupa fisik maupun nonfisik. Sumber daya fisik bersifat konkret, seperti, minyak, air, bahan mentah, manusia, sedangkan sumber daya nonfisik bersifat abstrak, seperti keahlian (*pengetahuan resources*), kepercayaan, kedekatan hubungan relasional (*social capital*), martabat, motivasi, waktu. Sumber daya juga bisa digolongkan atas keterbaruannya, yaitu sumber daya terbaharui dan

sumber daya tidak dapat terbaharui. Sumber daya terbaharui (*renewable resources*) adalah sumber daya yang memiliki ketersediaan berlimpah, seperti sinar matahari. Ketersediaannya yang berlimpah menyebabkan manusia tidak perlu bersusah payah untuk menyimpannya. Pemanfaatannya pun dapat kita atur atau kelola sekehendak hati. Sumber daya terbaharui juga dapat diperbaharui dengan cepat, seperti sumber daya keuangan. Jika suatu perusahaan mengalami kerugian maka kerugian tersebut dapat diperbaharui dengan cepat dengan melalui mekanisme keuntungan (*profitabilitas*) atau utang. Walaupun sumber daya terbaharui ini memiliki ketersediaan yang melimpah dan relatif cepat dapat diperbaharui kembali, beberapa di antaranya dapat segera menjadi sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Air dan udara bersih saat ini menjadi sumber daya yang terbatas ketersediaannya. Ketersediaannya di beberapa wilayah mengalami penurunan mutu, langka dan membutuhkan waktu relatif lama untuk dapat diperbaharui atau dikonsumsi kembali dengan aman. Sumber daya tidak dapat terbaharui (*non renewable resources*) memiliki ketersediaan terbatas dan membutuhkan waktu relatif lama atau bahkan sama sekali tidak dapat diperbaharui. Minyak bumi dan mineral merupakan contoh nyata dari sumber daya tak dapat terbaharui. Sumber daya tak dapat terbaharui harus dikelola dengan cermat. Sumber daya tak dapat terbaharui harus dikelola sebagai sebuah modal, bukan sebagai pendapatan. Sebagai sebuah modal berarti bahwa pemanfaatan sumber daya ini harus diupayakan sebesar-besarnya untuk menghasilkan sumber daya lain yang bermanfaat dan lebih terbaharui.

## 2. Aksi

Aksi adalah segala sesuatu yang dikerjakan. Aksi pada umumnya dijelaskan sebagai bagian dari sebuah aliran (*flows*) suatu pengambilan keputusan. Lingkar pengambilan keputusan berawal dari adanya informasi. Informasi kemudian ditransformasikan menjadi suatu aksi. Adanya aksi yang dilakukan menyebabkan terjadinya perubahan situasi dan membangkitkan adanya informasi baru. Informasi merupakan sumber daya yang dipergunakan untuk mewujudkan suatu aksi. Hal tersebut digambarkan sebagai berikut.



Sumber: Forrester, (1975).

Gambar 1.2.  
Transformasi Informasi menjadi Aksi Pengambilan Keputusan

### 3. Motif

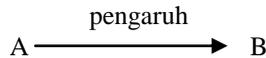
Motif adalah alasan atau dorongan yang mendasari adanya suatu aksi. Alasan yang mendasari timbulnya suatu tindakan dapat dilatarbelakangi alasan yang bersifat pribadi ataupun lingkungan. Pemahaman terhadap motif suatu aksi akan membawa pada pengetahuan ada tidaknya konsistensi aksi untuk mencapai sasaran sistem. Hal ini berarti juga bahwa dengan memahami motif, kita bisa melakukan susun ulang berbagai aksi yang dinilai tidak konsisten dengan sasaran dan motif semula.

### 4. Kondisi

Kondisi dalam perspektif pendekatan sistem adalah hasil pengawasan pencapaian aksi dengan sasaran yang telah ditetapkan. Kondisi merupakan tolok ukur keberhasilan aksi yang telah dilakukan. Se jauh mana aksi yang telah dilakukan? Apakah baik atau buruk? Apakah berlebihan atau penuh dengan kekurangan? Kondisi menjadi alat koreksi aksi. Dengan melakukan pengawasan dan mengevaluasi kondisi, kita dapat memahami apakah aksi yang telah terjadi konsisten dengan motif awal atau tidak.

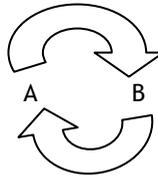
### 5. Jeda

Untuk memahami arti komponen jeda, kita perlu memahami konsep umpan balik pada sistem. Konsep umpan balik merupakan konsep utama dalam pendekatan sistem. Dalam pendekatan sistem, hubungan keterkaitan antarkomponen sistem bersifat sebab akibat, yang dinyatakan dalam rumusan “if A then B” (jika A maka B). A merupakan sebab, B merupakan akibat. A mempengaruhi B. Konsep sebab akibat digambarkan dalam Gambar 1.3 berikut.



Gambar 1.3.  
Hubungan Sebab Akibat A dan B

Hubungan *if A then B*, kemudian bisa menjadi *if B then A*. Terjadinya perubahan di B, memberikan dampak terhadap A. Hubungan sebab akibat yang semula bersifat linear kemudian berubah menjadi hubungan sebab akibat sirkular, yang digambarkan dalam Gambar 1.4 berikut.



Gambar 1.4.  
Loop Umpan Balik

Pendekatan sistem adalah sebuah model mental atau cara pandang yang didasarkan pada teori sistem, berusaha memahami keterkaitan (*inter connectedness*), kompleksitas, dan keseluruhan dari komponen-komponen yang terdapat dalam suatu sistem. Pendekatan sistem bersifat konstruktivitis sekaligus reduksionis. Pendekatan sistem menaruh perhatian terhadap komponen-komponen yang terdapat dalam sistem sekaligus berusaha memahami sistem secara keseluruhan bukan berdasar komponen per komponen. Berdasarkan cara pandang ini, pengisolasian salah satu komponen sistem dari komponen yang lain akan menyebabkan perbedaan perilaku sistem. Dalam setiap sistem terdiri atas dua komponen, yaitu komponen eksternal, seperti lingkungan dan komponen internal. Setiap adanya perubahan atau manipulasi terhadap salah satu komponen saja akan menyebabkan komponen lain tidak akan berfungsi dengan baik dan pada gilirannya seluruh sistem akan terpengaruh juga. Dalam pengambilan keputusan, pendekatan sistem berbeda dengan pendekatan tradisional yang selama ini populer. Pendekatan tradisional cenderung melibatkan logika hubungan sebab akibat yang bersifat linear. Dalam pandangan pendekatan sistem, hubungan antarkomponen tidak hanya bersifat linear, namun juga bisa bersifat kompleks, memiliki lebih dari satu arah hubungan. Suatu

permasalahan tidak cukup lagi dipandang sebagai hubungan masukan-keluaran, namun juga bisa dipandang lebih luas sebagai sebuah kesatuan sistem yang terdiri atas masukan, proses transformasi, keluaran, umpan balik, dan pengendalian. Suatu permasalahan juga tidak dipandang sebuah peristiwa yang bersifat tunggal dan berdiri sendiri (*at discrete snapshot at points in time*), namun suatu peristiwa yang bersifat kontinu. Peristiwa yang bersifat kontinu adalah peristiwa yang berkaitan dengan peristiwa-peristiwa sebelumnya dan akan mempengaruhi peristiwa-peristiwa yang mungkin terjadi di masa depan. Dalam pandangan pendekatan sistem, perubahan dipandang sebagai sebuah proses yang bersifat kontinu.

## 6. Metodologi

Pendekatan sistem menggunakan berbagai macam teknik yang bisa dikelompokkan, antara lain berikut ini.

- a. Sistem keras (*hard systems*), meliputi antara lain, simulasi yang menggunakan bantuan komputer dan teknik riset operasi. Sistem keras digunakan untuk memahami permasalahan yang melibatkan variabel-variabel kuantitatif atau yang bisa dikuantifikasi. Kelemahannya terletak pada ketidakmampuannya untuk menganalisis variabel yang bersifat kualitatif.
- b. Sistem lunak (*soft systems*). Sistem ini sangat sesuai untuk memahami variabel-variabel yang bersifat kualitatif, seperti, motivasi, cara pandang, dan interaksi.
- c. Sistem yang sedang bertumbuh (*evolutionary systems*). Sistem ini mengintegrasikan penyelidikan terhadap sistem-sistem secara kritis dan sistem-sistem lunak untuk menciptakan sebuah metodologi yang bersifat meta. Sistem ini sama dengan sistem dinamik yang memahami sebuah fenomena sebagai sebuah sistem yang terbuka, kompleks, dan bertumbuh sepanjang waktu.

## E. KARAKTERISTIK PENDEKATAN SISTEM

Pendekatan sistem memiliki karakteristik sebagai berikut.

### 1. Analitikal

Kinerja suatu sistem hanya dapat dipahami sebagai sebuah kesatuan dan keterkaitan antarkomponen. Pemahaman terhadap sebagian komponen saja

akan menyebabkan terjadinya *misleading* pemahaman. Setiap komponen tidak bisa berdiri sendiri atau dilepaskan satu sama lain. Hubungan keterkaitan antarkomponen sistem bersifat sebab akibat. Jadi pemahaman tentang mekanisme keterkaitan antarkomponen akan membantu memahami arah dan bentuk sistem di masa depan. Seorang pengambil keputusan dapat mengkaji terlebih dahulu berbagai kebijakan yang akan diambilnya dengan cara melakukan simulasi aliran hubungan sebab akibat antarkomponen. Melalui cara ini, pengambil keputusan bisa mereka-reka untuk memanipulasi komponen tertentu untuk mendapatkan keluaran tertentu pada suatu sistem.

## 2. Holistik

Terdapat suatu ungkapan bahwa “tiada sesuatu yang mampu eksis dalam isolasi”. Ungkapan tersebut bermaksud menjelaskan bahwa segala sesuatu, tak terkecuali manusia ataupun organisasi hanya dapat eksis jika dan hanya jika menjadi bagian dari suatu konteks. Segala sesuatu hanya dapat dipahami jika dikaitkan dengan fakta atau ideal yang terdapat dalam suatu konteks besar yang melingkupi. Pendekatan holistik ini berlawanan dengan pendekatan tradisional. Pendekatan tradisional selalu berusaha menjelaskan suatu fenomena terlepas dari konteksnya. Fenomena dijelaskan melalui penyelidikan yang dilakukan dalam suatu lingkungan terkendali atau laboratorium yang terlepas dan berbeda dengan kondisi nyata di lapangan. Akibat dari pendekatan ini, solusi atau penjelasan yang ditawarkan bersifat terbatas dan hanya berlaku dalam kondisi tertentu (*ceteris paribus*). Pendekatan holistik memberi arti bahwa untuk memahami suatu fenomena tidak cukup hanya dengan memahami suatu fenomena semata (*an sich*), namun juga perlu mempertimbangkan komponen lain yang memiliki keterkaitan dengan fenomena tersebut. Penjelasan atau solusi sering kali tidak terdapat dalam fenomena itu sendiri, tetapi terdapat di lingkungan luar fenomena (*outside the frame*). Pemahaman yang serba luas akan membawa pandangan kita terhadap suatu fenomena menjadi lebih terbuka dan menghindarkan diri dari penyelesaian masalah yang bersifat ad hoc dan simptomatis.

## 3. Pragmatik

Pendekatan sistem bersifat pragmatik. Pendekatan pragmatik diartikan sebagai pendekatan terhadap suatu sistem yang didasarkan pada realitas operasional.

## F. PERMODELAN DALAM RISET OPERASI

Sering kali orang mudah terjebak dalam suatu anggapan bahwa riset operasi adalah sekumpulan teori atau teknik matematika saja. Anggapan tersebut tentu saja tidak seluruhnya tepat. Lebih dari itu, riset operasi menfokuskan diri pada pencarian cara aplikasi teknik kuantitatif untuk pemecahan suatu permasalahan. Keberhasilan riset operasi tidak diukur berdasarkan kriteria teknis matematis semata, namun lebih pada dampaknya terhadap penyelesaian permasalahan tersebut. Dengan demikian, dalam setiap upaya pemecahan masalah dengan bantuan riset operasi, proses analisis identifikasi permasalahan dan rancangan pemecahan masalah selalu dilakukan terlebih dahulu sebelum suatu teknik kuantitatif diaplikasikan. Perangkat teknik kuantitatif tidak akan memiliki dampak apa pun jika diaplikasikan dalam suatu permasalahan yang tidak tepat identifikasinya. Hal ini menunjukkan bahwa riset operasi juga memerlukan suatu perangkat metodologi.

Pada hakikatnya, metodologi terdiri atas dua hal, yaitu proses dan substansi (isi). Dalam riset operasi, substansi adalah permasalahan dan perangkat kuantitatif yang diaplikasikan untuk mengantisipasi permasalahan tersebut, sedangkan proses berisikan segala sesuatu yang dilakukan untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan teknik kuantitatif tertentu yang diperlukan. Metodologi kemudian diartikan sebagai sebuah upaya pemahaman suatu masalah dan pemecahannya yang bersifat sistematis dan rasional. Metodologi merupakan lawan dari setiap upaya pemecahan masalah yang bersifat ngawur dan sembarangan. Walaupun demikian, metodologi tidaklah selalu menjamin keberhasilan. Oleh karena itu, dalam setiap upaya analisis permasalahan, sikap hati-hati dan cermat senantiasa harus dikedepankan.

Metodologi mempengaruhi cara pandang dan cara penyelesaian masalah. Walaupun tidak menjamin keberhasilan, metodologi tetaplah merupakan serangkaian tahapan penyelesaian masalah yang paling bisa dipertanggungjawabkan dibandingkan cara lain. Metodologi sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut.

### 1. Kepribadian si analis riset operasi

Ada seorang analis yang bisa melakukan pekerjaan secara simultan, namun ada pula yang lebih suka mengerjakan sesuatu tahap demi tahap.

2. Kondisi permasalahan

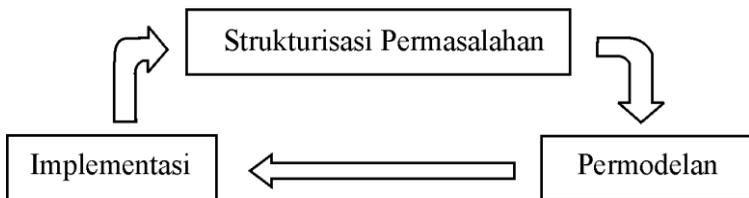
Pada umumnya suatu permasalahan sangat tidak terstruktur sehingga agak menyulitkan pemahamannya. Untuk permasalahan yang sudah terstruktur dan pernah dilakukan analisis sebelumnya oleh analis lain, pemahaman dapat berlangsung cepat. Bahkan sering kali dapat dilakukan tindakan jalan pintas.

3. Ketersediaan sumber daya

Ketersediaan sumber daya, seperti waktu, dana, perangkat keras, dan lunak sangat mempengaruhi kecepatan penyelesaian.

Dari paparan di atas tampak bahwa metodologi sesungguhnya merupakan aspek utama dari proses penyelesaian melalui riset operasi. Metodologi menentukan jenis teknik kuantitatif, seperti matematika, statistik, dan teknik komputerisasi yang harus dilakukan. Adanya metodologi yang sistematis juga akan membantu para analis dan peminat riset operasi. Metodologi bisa menjadi perangkat komunikasi dan pelatihan. Melalui metodologi para analis, para anggota tim kerja riset operasi, para mahasiswa dapat saling berinteraksi dan belajar satu sama lain untuk menghasilkan penyelesaian permasalahan lebih baik lagi.

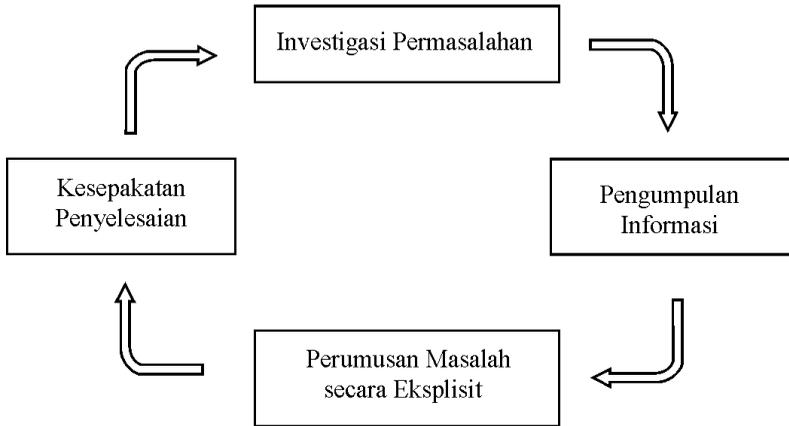
Metodologi dalam riset operasional bisa dipandang sebagai sebuah proses berputar yang tidak berkesudahan. Proses itu bermula dari strukturisasi permasalahan (*problem structuring*), kemudian dilanjutkan dengan permodelan (*modeling*) dan implementasi. Proses berputar tersebut dapat digambarkan dalam Gambar 1.5 sebagai berikut.



Gambar 1.5.  
Siklus Metodologi

Strukturisasi permasalahan merupakan upaya pencarian intisari permasalahan. Strukturisasi permasalahan didahului dengan investigasi kontekstual, yaitu penyelidikan posisi permasalahan dalam suatu konteks

atau situasi dan kondisi lingkungan yang ada. Setelah itu dilakukan pengumpulan informasi yang relevan. Setelah mengetahui posisi permasalahan dan informasi-informasi yang mendukungnya, barulah dilakukan upaya perumusan permasalahan secara eksplisit dan kesepakatan penyelesaiannya. Strukturisasi permasalahan juga dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1.6.  
Strukturisasi Permasalahan

Jika suatu permasalahan dianggap sebagai sebuah sistem maka permodelan adalah upaya abstraksi berbagai elemen penting yang terdapat dalam sistem tersebut. Oleh karena merupakan upaya abstraksi maka permodelan sesungguhnya merupakan sebuah upaya penyederhanaan (simplifikasi) dari kompleksitas permasalahan yang ada. Permodelan memfokuskan diri pada elemen-elemen penting dan kritis yang dianggap merupakan elemen paling menentukan dan berpengaruh bagi keberlangsungan sistem tersebut. Adanya penyederhanaan sistem akan memudahkan perancangan penyelesaian permasalahan melalui pemanfaatan komputer. Jadi, komputer bekerja berdasarkan permodelan yang telah disusun. Model di sini banyak diwujudkan dalam bentuk persamaan matematika.

Misalnya, permodelan pengaruh faktor biaya produksi terhadap keuntungan suatu perusahaan. Pengaruh faktor tersebut dapat dimodelkan sebagai berikut:  $y = a + bx$ .

Notasi:

$y$  = tingkat keuntungan

$a$  = konstanta

$b$  = koefisien regresi, yaitu tingkat perubahan  $y$  jika terjadi perubahan sebesar satu satuan  $x$

$x$  = tingkat biaya produksi.

Permodelan juga akan memudahkan upaya validasi. Validasi adalah pencocokan model yang ada dengan kondisi permasalahan yang sebenarnya. Proses validasi model dapat dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu sebagai berikut.

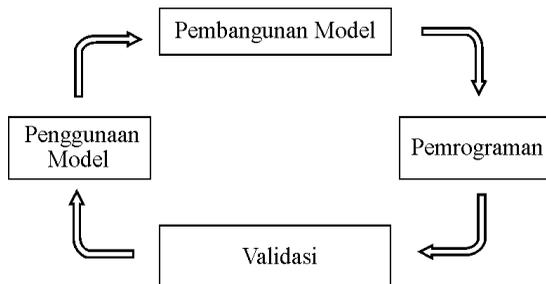
1. Pendekatan kotak hitam (*black box approach*)

Pendekatan kotak hitam mengandaikan kita tidak mengetahui struktur internal model yang dibangun. Kita hanya bisa melakukan validasi dengan cara membandingkan kinerja model (yang pada dasarnya merupakan penyederhanaan suatu sistem) dengan kinerja sistem sebenarnya jika terhadap model dan sistem itu dilakukan intervensi yang sama. Jika perilaku model sama dengan perilaku sistem maka model yang dibangun dianggap valid.

2. Pendekatan kotak putih (*white box approach*)

Berbeda dengan pendekatan kotak hitam, pada pendekatan kotak putih kita memiliki pengetahuan detail tentang elemen-elemen yang terdapat pada model dan sistem. Pendekatan kotak putih banyak sekali digunakan dalam simulasi komputer. Simulasi membutuhkan pengetahuan detail tentang elemen-elemen yang terdapat pada model dan sistem.

Jika digambarkan, permodelan dinyatakan sebagai berikut.



Gambar 1.7.  
Siklus Permodelan

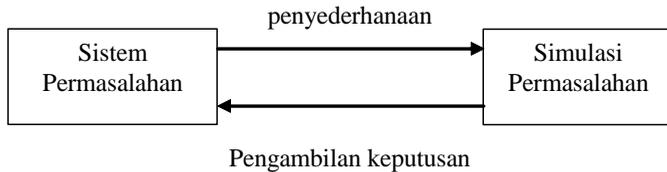
Setelah dilakukan strukturalisasi permasalahan dan permodelan, tibalah saatnya tahapan implementasi. Implementasi adalah penerapan atau penggunaan model yang sudah dibangun untuk peningkatan kinerja organisasi. Tahapan implementasi bukanlah proses yang mudah. Pada tahapan implementasi ini diperlukan adanya tanggung jawab bersama antara klien dan analis. Tanggung jawab bersama akan membawa pada keterlibatan terus-menerus yang akan menjamin keberhasilan tahapan implementasi.

## G. MODEL SIMULASI

Pemodelan bisa juga disebut sebagai simulasi. Simulasi adalah peniruan seluruh kerja suatu sistem melalui miniaturisasi dan pengambilan pokok-pokok kegiatan sistem. Sebagai contoh adalah mesin simulator pesawat terbang. Mesin simulator pesawat terbang adalah tiruan ruang kokpit pilot pesawat terbang yang berada di darat (*grounded*). Dalam tiruan ruangan tersebut terdapat seluruh perkakas seperti yang terdapat pada ruang kokpit sebenarnya. Melalui simulator ini, seorang calon pilot pesawat terbang dilatih untuk mengoperasikan segala perkakas dalam kokpit pesawat terbang. Calon pilot pesawat dilatih seakan benar-benar sedang mengoperasikan penerbangan pesawat, padahal calon pilot pesawat sesungguhnya tidak sedang menerbangkan pesawat. Adanya simulator ini dimaksudkan untuk memudahkan seorang calon pilot pesawat memahami pola kerja sistem pengoperasian pesawat tanpa harus terlibat dalam sistem pengoperasian sebenarnya. Adanya simulator ini akan membawa dampak minimasi risiko, efisiensi biaya dan waktu dalam upaya memahami suatu sistem.

Sering kali suatu permasalahan, sebagai suatu sistem, memiliki kompleksitas yang cukup rumit. Atas alasan efisiensi waktu dan biaya, cukup logis kiranya jika kemudian dalam pengambilan keputusan, kita mencoba mencari komponen-komponen inti dari sistem permasalahan tersebut yang bersifat kritis sebagai acuan utama. Alangkah rumitnya atau bahkan sering kali sulit dilakukan, jika kita berusaha memahami suatu sistem permasalahan dalam bentuk kompleksitasnya yang sebenarnya. Dalam bahasa ilmu matematika, tidak semua persamaan matematika yang berlaku pada sistem tersebut akan dianalisis. Seorang pengambil keputusan (yang juga seorang analis sistem) akan menyederhanakan dalam bentuk beberapa persamaan matematika yang bersifat kritis. Simulasi pada akhirnya kemudian seakan

menjadi gambaran ringkas dari suatu sistem. Cara kerja proses penyederhanaan simulasi dapat digambarkan dalam Gambar 1.8 berikut ini.



Gambar 1.8.  
Proses Pemetaan Permasalahan ke Bentuk Model Simulasi

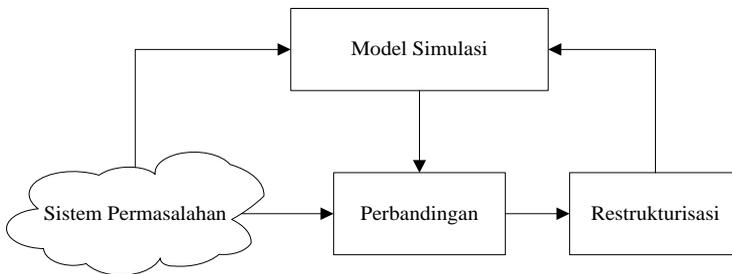
Tingkat akurasi penyederhanaan sistem permasalahan yang kompleks senantiasa menjadi titik perhatian pada setiap upaya simulasi permasalahan. Semakin akurat upaya penyederhanaan, simulasi semakin dapat dianggap mewakili kondisi sebenarnya suatu sistem permasalahan. Tentu saja untuk mewujudkan sebuah simulator yang akurat dibutuhkan biaya dan teknologi yang lebih baik. Oleh karena itu, dalam melakukan simulasi senantiasa ada pertukaran kepentingan (*trade offs*) antara kepentingan biaya dan kepentingan keakuratan.

Adanya simulasi memungkinkan kita untuk melakukan manipulasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem permasalahan. Kita bisa melakukan eksperimentasi (percobaan) dan menguji coba berbagai pilihan aksi (*try out*). Percobaan dan uji coba ini bahkan mungkin tidak dapat kita lakukan pada kondisi sistem yang sebenarnya di dunia nyata karena pastilah akan membutuhkan sumber daya yang sangat besar serta menimbulkan risiko yang besar. Simulasi memungkinkan pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan kriteria yang sama dengan yang terdapat pada sistem permasalahan yang sebenarnya, namun dalam lingkungan yang relatif lebih terkendali (*safe environment*).

### 1. Siklus Model Simulasi

Pembuatan model terbukti sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan. Pemodelan sebagai suatu upaya penyederhanaan dari sebuah sistem permasalahan yang bersifat kompleks, tentu saja juga memiliki risiko keterbatasan. Sebagus apa pun bentuk pemodelan atau simulasi yang dibuat, model atau simulasi tersebut tetaplah bukan sistem permasalahan yang sebenarnya. Dalam suatu lingkungan pengambilan keputusan yang penuh

dengan ketidakpastian, sistem permasalahan dapat mengalami perubahan dengan cepat. Pemodelan yang dilakukan terhadap sistem permasalahan tersebut sebelumnya menjadi cepat kedaluwarsa. Model simulasi yang ada tidak lagi mencakup sebagai perwakilan dari sistem permasalahan yang sebenarnya. Oleh karena itu, dalam penyusunan model atau simulasi diperlukan upaya sistematis dan kontinu untuk selalu merevisi dan merestrukturisasi model simulasi yang ada agar dapat selalu sesuai dengan perkembangan sistem permasalahan. Upaya revisi dan restrukturisasi sistematis tersebut dinamakan sebagai siklus simulasi. Skemanya dapat digambarkan dalam Gambar 1.9 sebagai berikut.



Gambar 1.9.  
Siklus Simulasi

## 2. Bentuk-bentuk Model Simulasi

Pembuatan model simulasi dapat dilakukan dalam berbagai cara. Bentuk-bentuk model simulasi yang dikenal, antara lain berikut ini.

### a. Model deskriptif

Model deskriptif adalah model simulasi yang berisikan gambaran sistem permasalahan dalam bentuk kualitatif. Sebagai contoh, penulisan studi kasus (*case study*), reportase mendalam.

### b. Model prediktif

Model prediktif adalah model simulasi yang disusun untuk memberikan estimasi kinerja sistem jika dilakukan manipulasi dari faktor-faktor yang terpilih. Jika dilakukan perubahan terhadap salah satu faktor permasalahan maka dampak apa yang akan terjadi pada sistem yang bersangkutan. Contoh populer dari model prediktif adalah model persamaan regresi, model antrian.

c. *Model mekanistik*

Model mekanistik adalah model simulasi berisikan gambaran perilaku sistem pada berbagai tingkatan input, output dan kinerja pemrosesan. Model mekanistik biasanya berlaku pada suatu sistem yang perilakunya sudah dianggap *deterministic* (pasti), seperti permesinan, mekanisme penawaran vs permintaan.

d. *Model statistik*

Model statistik juga disebut sebagai model empiris. Model ini pada dasarnya berisikan upaya penyesuaian (*fitting*) data dari sistem permasalahan sebenarnya ke dalam bentuk model matematika (*numerical description*). Contoh model statistik adalah analisis regresi, ukuran harga tengah (mean, modus, median, dan deviasi).

e. *Model runtun waktu*

Model runtun waktu adalah model simulasi yang menggambarkan kinerja suatu sistem jika dikaitkan dengan faktor waktu. Contohnya, model peramalan permintaan rokok dari tahun 1970–2000, indeks kelahiran dari tahun ke tahun.

f. *Model dinamis*

Model dinamis adalah model simulasi yang menggambarkan perilaku sistem jika dilakukan suatu eksperimentasi terhadapnya selama kurun waktu tertentu. Contoh model yang menggambarkan tarif angkutan jika diterapkan mekanisme tushlah (penetapan harga batas atas) selama masa-masa lebaran.

g. *Model lokal*

Model lokal adalah model simulasi yang menggambarkan perilaku komponen sistem besar (subsistem) sebagai sistem tersendiri dan sebagai bagian dari sistem yang lebih besar. Contoh perilaku komunitas pengemudi angkutan sebagai suatu sistem tersendiri dan sebagai bagian dari suatu sistem besar transportasi.

h. *Model global*

Model global adalah model simulasi yang menggambarkan perilaku seluruh komponen sistem (subsistem) sendiri-sendiri maupun dalam kesatuannya membentuk sistem yang lebih besar. Contoh perilaku komunitas

pengemudi, perilaku harga BBM, perilaku prasarana jalan sebagai sistem sendiri-sendiri maupun dalam kesatuannya sebagai sistem transportasi.

Kita dapat merepresentasikan sistem permasalahan ke dalam salah satu bentuk model simulasi tersebut di atas. Model simulasi yang kita bangun hendaknya memenuhi karakteristik sebagai berikut.

- a. Model simulasi merupakan gambaran dari sistem permasalahan yang sebenarnya/apa yang terdapat pada model simulasi merupakan refleksi dari kondisi sistem yang sebenarnya.
- b. Model simulasi dibangun berdasar tata aturan baku yang telah disepakati oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*).
- c. Kompleksitas sistem permasalahan sebenarnya dapat digambarkan dengan notasi operasi, seperti operasi matematika, grafik, struktur bahasa.

Terdapat empat komponen utama yang perlu diperhatikan para analis atau pengambil keputusan apabila bermaksud membuat pemodelan. Situasi permasalahan pada kenyataannya sangat dipengaruhi oleh perilaku keempat komponen utama ini. Keempat komponen utama tersebut adalah sebagai berikut.

a. *Entitas*

Entitas adalah objek yang berupa orang atau item yang memiliki karakteristik tertentu dan melekat padanya. Entitas merupakan objek permasalahan yang menjadi fokus perhatian dari suatu permasalahan. Misalnya, terdapat permasalahan yang berkaitan dengan kepuasan konsumen otomotif di Indonesia. Jika permasalahan ini ingin dimodelkan maka model kepuasan konsumen tentunya akan memfokuskan diri pada upaya penggambaran “kepuasan”. Kepuasan di sini merupakan objek permasalahan. Kepuasan memiliki karakteristik yang bisa diukur, misalnya diukur dalam bentuk pengukuran Likert, seperti Sangat Tidak Puas, Tidak Puas, Ragu, Puas dan Sangat Puas. Kepuasan di sini merupakan entitas.

b. *Aktor*

Aktor adalah para pelaku yang berperan dalam dinamika permasalahan. Pada permasalahan Kepuasan Konsumen Otomotif di Indonesia, peran aktor di sini dilakukan oleh para konsumen.

c. *Proses*

Proses adalah segala bentuk tindakan atau aksi yang berlangsung dalam sistem permasalahan. Tindakan yang terjadi berupa upaya perubahan artifak (bisa berupa input, output) yang terdapat pada sistem permasalahan yang bersangkutan.

d. *Konteks*

Konteks adalah kondisi lingkungan yang melingkupi sistem permasalahan. Konteks memiliki pengaruh tidak langsung terhadap mekanisme yang terjadi pada sistem permasalahan.

### 3. Pembuatan Model Simulasi

Pembuatan model simulasi pada dasarnya merupakan proses yang bersifat *iterative* (berurutan) dan adaptif (menyesuaikan dengan kondisi lingkungan). Model simulasi haruslah memuat seluruh informasi yang diperlukan (*desired information*) yang terdapat dalam suatu sistem yang akan dimodelkan. Beberapa hal yang harus diperhatikan apabila berniat membuat suatu pemodelan, antara lain berikut ini.

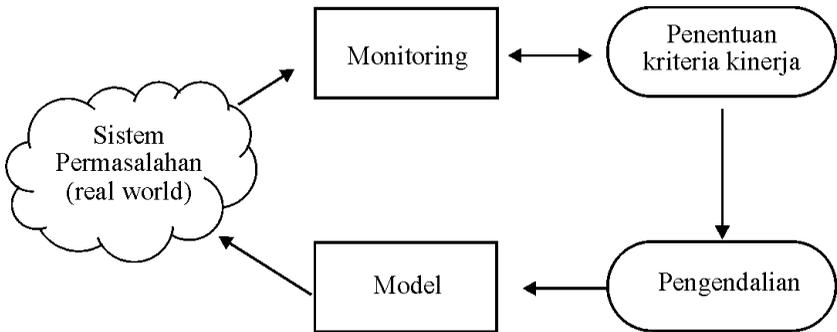
- a. Gambaran dari permasalahan yang terdapat pada suatu sistem  
Kejelasan gambaran permasalahan akan membantu pembuatan model yang selaras dengan kondisi sebenarnya.
- b. Kesepakatan persyaratan atau kebutuhan model yang harus dipenuhi  
Terdapat kemungkinan bahwa terdapat lebih dari satu pemangku kepentingan yang memiliki kepentingan terhadap penyusunan model. Kebutuhan yang berbeda dari para pemangku kepentingan terhadap bentuk model yang akan disusun akan menyebabkan terjadinya model yang bersifat bias dengan kepentingan masing-masing pemangku kepentingan.
- c. Fleksibilitas terhadap perubahan  
Model simulasi yang dibangun haruslah memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan berbagai kemungkinan perubahan lingkungan. Ini berarti bahwa model simulasi harus mudah untuk di modifikasi sesuai dengan kebutuhan perubahan.
- d. Kebutuhan informasi  
Informasi adalah sumber daya penting dalam penyusunan model. Kita dapat memahami sistem permasalahan yang hendak dimodelkan dengan berbekal pada aliran informasi yang ada. Informasi juga memberikan

pengetahuan tentang kinerja model simulasi yang kita bangun. Bentuk informasi dapat disajikan dalam berbagai bentuk, seperti grafik, gambar, tabel, dan angka. Dalam konteks pengambilan keputusan, informasi yang terdapat pada model simulasi memberi kesempatan kepada pengambil keputusan untuk memodifikasi keputusannya. Ketercukupan informasi perlu terus diupayakan. Keberadaan informasi yang cukup menghindarkan pengambil keputusan dari kekeliruan dalam menafsirkan model simulasi. Sebagai representasi dari sistem permasalahan yang serba cukup (komprehensif), model simulasi juga harus dihindarkan dari keberadaan informasi yang berlebih-lebihan (*abundant*). Keberadaan informasi yang berlebih-lebihan akan memiliki potensi yang setara dengan situasi ketidaktercukupan informasi. Kedua situasi tersebut, justru akan menyebabkan terjadinya bias dan ketidakakuratan penilaian.

Monitoring sistem permasalahan yang terdapat di dunia nyata perlu terus dilakukan. Upaya monitoring ini diperlukan agar memungkinkan kita mendapatkan informasi yang diperlukan untuk memodifikasi model simulasi yang kita bangun menjadi lebih adaptif lagi. Informasi dapat berupa informasi yang bersifat internal organisasi, seperti kondisi keuangan perusahaan, SDM. Selain itu juga terdapat informasi eksternal organisasi, seperti iklim perekonomian, rezim perpajakan, perilaku konsumen. Informasi juga dapat berupa informasi yang bersifat historis. Informasi historis bahkan sering kali merupakan input penting dalam upaya pemodelan. Informasi perilaku konsumen banyak sekali yang bersifat musiman atau runtun waktu sehingga dengan memiliki informasi tersebut, perusahaan dapat membuat model pengambilan keputusan yang sesuai dengan karakteristik perilaku konsumen.

Model simulasi yang terbangun kemudian merupakan representasi yang bersifat serba cukup dari situasi permasalahan (*real world*). Melalui model simulasi ini, seorang pengambil keputusan dapat melakukan banyak sekali eksperimentasi (*try out*). Upaya eksperimentasi dilakukan pada model dalam skala yang lebih kecil dibandingkan dengan sistem permasalahan. Tindakan eksperimentasi ini sangat menguntungkan karena dapat meminimalisasi risiko. Bayangkan apa yang terjadi kalau suatu ketika perusahaan berusaha meluncurkan produk baru tanpa didahului dengan eksperimentasi dalam skala kecil terlebih dahulu, dibandingkan dengan peluncuran produk baru dengan didahului eksperimentasi berdasar model simulasi yang dibuat dalam skala

kecil. Model simulasi memperkecil risiko. Model simulasi memberikan kita kemampuan untuk memprediksi implikasi dari kebijakan yang diambil dalam skala yang lebih kecil berkat proses yang berlangsung pada model simulasi sesungguhnya mirip atau bahkan sama dengan proses yang terjadi di alam nyata. Model monitoring sistem permasalahan dapat digambarkan dalam Gambar 1.10 sebagai berikut.



Gambar 1.10  
Siklus Monitoring Model

Dari Gambar 1.10 tampak bahwa pemodelan sesungguhnya memang proses yang berlangsung bertahap (*iterative*) dan senantiasa menyesuaikan diri dengan dinamika perubahan lingkungan. Monitoring terhadap kondisi lingkungan atau sistem permasalahan sangat penting untuk penetapan kriteria kinerja. Kriteria kinerja ini kemudian menjadi dasar pengendalian. Pengendalian dapat berupa upaya perbaikan, modifikasi, dan perubahan metode kerja, prosedur dan aksi organisasi yang harus dilakukan. Pengendalian diimplementasikan terlebih dahulu dalam model untuk mengetahui dampak dari tindak pengendalian yang dilakukan pada skala model. Jika kemudian hasil pengendalian ini memberikan hasil yang positif, tentunya dapat diimplementasikan di sistem permasalahan yang lebih luas.



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apa yang Anda ketahui tentang pendekatan sistem (*system thinking*)?
- 2) Jika Anda sebagai seorang pengambil keputusan yang berwawasan sistem, langkah apa yang Anda lakukan ketika melihat suatu permasalahan yang terlihat kompleks?
- 3) Sebutkan keunggulan dari pembuatan model! Jelaskan!
- 4) Mengapa model harus selalu diperbaharui?
- 5) Apakah mungkin suatu permasalahan didekati oleh model-model yang berbeda? Jelaskan!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

Baca dan pelajari kembali Kegiatan Belajar 2 dengan baik, apabila Anda mendapatkan kesulitan, dapat berdiskusi dengan teman atau tutor Anda!



## RANGKUMAN

---

Cara pandang atau cara berpikir berwawasan sistem adalah cara pandang yang menganggap bahwa suatu sistem permasalahan tidak bisa dipisahkan atas komponen-komponen pembentuknya. Pendekatan sistem memandang bahwa tiap komponen sistem bersifat saling mempengaruhi sehingga upaya untuk memahami suatu sistem permasalahan hendaklah juga melihat keterkaitan antarkomponen secara menyeluruh. Pemodelan suatu sistem juga harus mengacu pada keterkaitan antarkomponen ini. Model yang terbangun haruslah merepresentasikan komponen-komponen penting dalam suatu sistem permasalahan.



## TES FORMATIF 2

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Maksud dari Model adalah ....
  - A. representasi dari dunia nyata
  - B. suatu penggambaran sederhana (abstraksi)

- C. suatu penggambaran serba cukup (idealisasi)  
 D. semua pilihan di atas
- 2) Dalam riset operasi pemodelan ....  
 A. jarang digunakan dalam proses perencanaan strategik  
 B. memiliki peran yang berbeda di mata pengambil keputusan yang beragam  
 C. sebuah metode yang berbiaya tinggi  
 D. hanya dilakukan jika akan mengambil keputusan
- 3) Peran model dalam riset operasi adalah ....  
 A. merupakan alat pengambilan keputusan  
 B. mendorong pengambil keputusan untuk berani bersikap eksplisit merumuskan tujuannya  
 C. membantu identifikasi interaksi dan trade off antarsumber daya  
 D. seluruh pilihan di atas
- 4) Bilamana asumsi diperlukan dalam proses pemodelan?  
 A. Asumsi tidak diperlukan.  
 B. Asumsi diperlukan pada saat perumusan.  
 C. Sangat sulit dipertimbangkan.  
 D. A, B, dan C benar.
- 5) Pendekatan sistem pertama kali dikembangkan oleh ....  
 A. Ludwig von Beethoven  
 B. Ludwig von Bertalanffy  
 C. Ludwig von Karajan  
 D. Ludwig von Magnis

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### *Tes Formatif 1*

- 1) D
- 2) A
- 3) B
- 4) C
- 5) A
- 6) A
- 7) B

### *Tes Formatif 2*

- 1) D
- 2) B
- 3) D
- 4) B
- 5) B

## Glosarium

Evolusi	: perkembangan berangsur-angsur.
Ranah	: wilayah.
Praksis	: tindakan.
Relasi interdependensi	: hubungan saling berkaitan.
Model	: bentuk penyederhanaan suatu sistem permasalahan, bisa dalam bentuk persamaan matematika, grafik, tabel.
Sinergis	: kesamaan (kesepakatan) tujuan.
Konstruktivis	: bersifat membangun, menambah, membuat lebih baik.
Reduksionis	: bersifat mengurangi, menurunkan nilai.
<i>Trade off</i>	: pertukaran.

## Daftar Pustaka

Beishon, J., Peters, G. ( 976). *Systems Behaviour*. Harper & Row, Ltd.

Checkland, P.B. (1981). *System Thinking, Systems Practice*. Wiley.

Forrester, Jay W. (1973). *World Dynamics*. Cambridge, Mass: Wright-Allen Press, Inc.

George, Claude S. (1968). *The History of Management Thought*. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice Hall, Inc.

Hicks, Philip E. (1977). *Introduction to Industrial Engineering and Management Science*. Tokyo: McGraw-Hill Kokagusha Ltd.

Littlechild, S and Shutler, Maurice (Eds). (1991). *Operations Research in Management*. New York: Prentice Hall.

Oser, Jacob. (1963). *The Evolution of Economics Thought*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.

Von Bertalanffy, Ludwig. (1951). *Problem of General Systems Theory*. Hum Biol, December.