

# ARSITEKTUR KOGNISI MANUSIA MENURUT TEORI ACT\*

Dicky Hastjarjo  
Universitas Gadjah Mada

## Pengantar

Tulisan ini merupakan satu upaya untuk membuat intisari teori ACT\* (baca *Adaptive Control of Thought-Star*) yang dikemukakan oleh John R. Anderson dalam bukunya *The Architecture of Cognition* (1983) terbitan Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. Buku yang berketebalan 340 halaman ini terdiri dari tujuh bab, yakni bab-bab mengenai Sistem Produksi dan ACT, Representasi Pengetahuan, Penyebaran Aktivasi, Kontrol Kognisi, Ingatan Mengenai Fakta-fakta, Belajar Prosedural, dan Proses Penguasaan Bahasa. Pengenalan teori ACT\* dipandang penting oleh karena ACT\* merupakan satu teori mengenai representasi pengetahuan yang berpengaruh (Solso, 1991).

Dalam kata pengantar, Anderson menegaskan bahwa ACT\* merupakan satu teori tentang arsitektur kognitif, yakni satu teori mengenai prinsip-prinsip operasi dasar yang melandasi sistem kognitif. Teori ini berkaitan dengan kognisi atau pikiran tingkat tinggi. Teori ACT\* berasumsi bahwa kognisi tingkat tinggi merupakan satu sistem yang tunggal. Isu pokok dalam pikiran tingkat tinggi ialah **kontrol kognisi**, yakni apa yang mengarahkan pikiran serta apa yang mengendalikan perubahan dari satu pikiran ke pikiran lain. Untuk menjawab isu utama tersebut konsep tentang **sistem produksi** menduduki peran yang penting.

## Sistem Produksi dan ACT

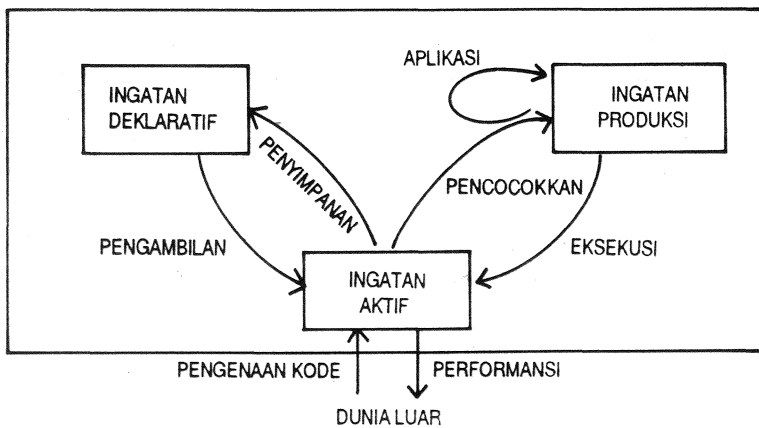
Dalam bab pertama, Anderson menegaskan bahwa ACT\* memandang kognisi manusia sebagai satu sistem yang tunggal. Semua proses berfikir tingkat tinggi, seperti ingatan, bahasa, pemecahan masalah, induksi dan deduksi, merupakan perwujudan yang berbeda dari sistem dasar yang sama. ACT\* menolak pendekatan yang berdasar pada *faculty*, yaitu satu pendekatan yang menyatakan bahwa setiap prinsip kognitif yang berbeda dilandasi oleh fungsi kognitif yang berbeda juga.

Sebagai reformulasi terakhir teori ACTE dan ACTF yang telah dikembangkan sebelumnya, ACT\* menitikberatkan pada **sistem produksi**. Menurut sistem produksi, dasar pikiran manusia ialah sepasang **kondisi** dan **aksi**. Satu kondisi akan berisi sejumlah klausa-klausa yang nantinya akan dicocokkan dengan klausa-klausa yang terdapat dalam ingatan yang aktif pada saat ini (*working memory*, **ingatan aktif**). Jika klausa-klausa yang ada pada satu kondisi ternyata cocok dengan klausa-klausa yang ada dalam ingatan aktif, maka akan timbul aksi. Aksi adalah tindakan-tindakan yang harus dilakukan oleh ingatan aktif. Aksi yang dilakukan oleh ingatan aktif dapat berbentuk penambahan isi ingatan aktif itu sendiri atau membuat perilaku eksternal. Misalnya, satu aturan produksi dapat dinyatakan sebagai berikut: **JIKA** orang pertama adalah ayah dari orang kedua dan orang kedua adalah ayah dari orang ketiga, **MAKA** orang pertama adalah kakek orang ketiga. Produksi tersebut akan dapat diterapkan seandainya dalam ingatan aktif terdapat informasi "Marto adalah ayah Gimman dan Gimman adalah ayah Nardi", sehingga dapatlah dibuat satu kesimpulan bahwa "Marto adalah kakek Nardi". Fakta ini kemudian akan disimpan dalam ingatan aktif. Ringkasnya, dalam satu sistem produksi, aspek kondisi akan ditandai oleh **JIKA** sedangkan aspek aksi ditandai oleh **MAKA**.

Secara struktural, sistem produksi ACT\* terdiri dari tiga ingatan, yaitu (a) ingatan aktif (*working memory*), (b) ingatan deklaratif (*declarative memory*), dan (c) ingatan produksi (*production memory*). Struktur dari sistem produksi ACT\* dapat dilihat pada gambar 1.

Ingatan aktif berisi informasi-informasi yang pada saat ini dapat dijamah oleh sistem produksi. Informasi dalam ingatan aktif bisa berupa informasi yang diambil dari ingatan deklaratif, informasi sementara yang dimasukkan oleh proses pengenalan kode (*encoding*) maupun informasi baru yang dihasilkan oleh proses aksi dari sistem produksi.

Proses pengenalan kode (*encoding*) berfungsi untuk menyimpan informasi tentang dunia luar kedalam ingatan aktif. Proses performansi (*performance*) akan mengubah perintah-perintah dalam ingatan aktif menjadi perilaku. Proses penyimpanan (*storage*) akan menyimpan secara permanen isi ingatan aktif kedalam ingatan deklaratif. Proses pengambilan (*retrieval*) akan mengambil informasi dari ingatan deklaratif. Dalam proses pencocokkan (*match process*), data dalam ingatan aktif akan dicocokkan dengan kondisi-kondisi dari sistem produksi. Jika proses pencocokkan itu berhasil, maka proses eksekusi (*execution*) berlangsung, yakni menyimpan aksi-aksi yang dibuat kedalam ingatan aktif. Rangkaian proses-proses pencocokkan dan eksekusi disebut sebagai proses aplikasi produksi (*production application*).



Gambar 1. Kerangka umum dari sistem produksi ACT\* yang menggambarkan komponen struktural utama dan proses-proses yang menghubungkan masing-masing komponen.

## Pengetahuan Deklaratif dan Prosedural

ACT\* membedakan dua tipe pengetahuan, yakni pengetahuan deklaratif dan prosedural. Pengetahuan deklaratif berkaitan dengan pengetahuan mengenai fakta-fakta, sedangkan pengetahuan prosedural lebih berkaitan dengan bagaimana melakukan sesuatu. Solso (1991) mengemukakan bahwa pengetahuan deklaratif menyangkut *knowing what*, sedangkan pengetahuan prosedural menyangkut *knowing how*. Pengetahuan deklaratif dibahas pada bab dua, sedangkan pengetahuan prosedural dibahas pada bab enam.

Pengetahuan deklaratif terdiri dari sejumlah **unit kognitif** atau *chunk*. Setiap unit kognitif berisi tidak lebih dari lima unsur. Struktur kognitif yang lebih kompleks akan dibentuk oleh struktur yang bersifat hirarkis, misalnya satu proposisi yang melekat dalam proposisi yang lain. Dalam kasus seperti itu, satu unit kognitif akan merupakan unsur dari satu unit kognitif lainnya. ACT\* disebut sebagai teori tiga-kode oleh karena ACT\* menggolongkan unit kognitif kedalam tiga bentuk, yakni (a) deret waktu (*temporal string*) yang memberikan kode urutan satu perangkat benda. Misalnya, satu, dua, tiga (b) imaji ruang (*spatial image*) yang memberikan kode konfigurasi ruang. Misalnya, sebuah lingkaran diatas persegi panjang dan (c) proposisi abstrak (*abstract proposition*) yang memberi kode arti atau makna. Misalnya, Marno benci Marni. Alasan dibedakannya ketiga bentuk representasi pengetahuan ini ialah bahwa proses-proses dasar kognisi (dari proses pengenalan kode sampai dengan proses eksekusi) akan memperlakukan ketiga bentuk unit kognitif tadi secara berbeda.

Pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan mengenai bagaimana melakukan sesuatu. Pengetahuan prosedural dalam ACT\* akan meliputi ketrampilan-ketrampilan kognitif dalam pengambilan keputusan, pemecahan masalah matematika, pemrograman komputer dan generalisasi bahasa. Pengetahuan prosedural disusun oleh produksi-produksi yang menghubungkan pengetahuan deklaratif dengan perilaku. Proses belajar untuk mendapatkan pengetahuan prosedural hanya terjadi jika orang melakukan satu ketrampilan. Dengan kata lain, orang belajar dengan berbuat. Inilah sebabnya belajar prosedural lebih merupakan satu proses yang berlangsung tahap demi tahap, yaitu tahap-tahap (a) deklaratif (*declarative stage*), (b) kompilasi produksi (*production compilation*), dan (c) penyetaraan produksi (*production tuning*).

Menurut teori ACT\* semua pengetahuan pada awalnya akan datang dalam bentuk deklaratif. Tahap deklaratif berkaitan dengan proses memperoleh fakta-fakta. Dalam tahap ini produksi-produksi yang bertujuan umumnya dapat menafsirkan fakta-fakta tadi untuk menghasilkan performansi ketrampilan. Misalnya, untuk memecahkan satu problem geometri maka seorang siswa mula-mula akan mencoba menghafalkan hukum segitiga sama sisi. Dalam hal ini siswa masih berada dalam taraf deklaratif. Akan tetapi dengan melakukan pemecahan masalah geometri secara berulang-ulang, siswa tadi akan memiliki satu produksi yang merekognisi penerapan hukum segitiga sama sisi. Tahap ini disebut sebagai tahap kompilasi produksi. Lama kelamaan, si siswa akan mampu memecahkan masalah baru dalam situasi yang berbeda maupun memperkuat produksi-produksi yang benar dan memperlemah produksi-produksi yang salah. Tahap ini disebut sebagai tahap penyetaraan produksi.

Dari sini dapat dilihat bahwa proses belajar prosedural bersifat tahap demi tahap dan induktif, sedangkan proses belajar deklaratif bersifat langsung dan terputus-putus.

## Penyebaran Aktivasi

Anderson menandakan bahwa salah satu faktor kunci dalam inteligensi manusia adalah kemampuan mengidentifikasi dan menggunakan pengetahuan yang relevan dengan problem tertentu. Dalam ACT\* kondisi di atas dapat dicapai berkat peranan proses penyebaran aktivasi (*spreading of activation*). Penyebaran aktivasi akan menunjukkan peluang digunakannya satu pengetahuan tertentu pada satu saat tertentu. Pembahasan mengenai penyebaran aktivasi ada pada bab ketiga. Menurut konsep penyebaran aktivasi, aktivasi akan menyebar dari sumber utama ke konsep-konsep yang berhubungan dengan sumber utama tersebut. Satu informasi akan menjadi aktif bila informasi itu berhubungan dengan sumber utama yang aktif pada saat ini. Proses aktivasi akan berlangsung di dalam ingatan aktif. Aktivasi tidak akan secara langsung mempengaruhi perilaku oleh karena masih dibutuhkan satu perantara, yakni **pencocok-pola** (*pattern-matcher*) yang dimiliki oleh sistem produksi. Pencocok-pola akan menentukan apakah struktur-struktur pengetahuan dalam jaringan deklaratif cocok dengan pola yang ada pada satu kondisi dalam sistem produksi. Jika satu konsep tingkat aktivasinya rendah, maka usaha pencocok-pola untuk mencocokkan konsep itu dengan pola-pola yang ada pada kondisi sistem produksi akan sangat kecil. Jika satu konsep tingkat aktivasinya tinggi, maka pencocok-pola akan berusaha keras untuk mencocokkan konsep itu dengan pola-pola yang ada dalam kondisi-kondisi dari sistem produksi. Maka seandainya ada dua struktur yang cocok dengan satu pola dalam sistem produksi, ACT\* akan memilih struktur yang lebih aktif. Misalnya, dalam ingatan aktif terdapat informasi "Si penabung mengambil bunga di Bank". Dari kalimat tersebut terdapat dua makna dari kata "bunga" yang kedua-duanya akan aktif. Akan tetapi makna yang berkaitan dengan "uang" akan lebih aktif oleh karena aktivasi akan menyebar dari kata "penabung" dan "bank". Akibatnya, bunga yang bermakna uang dan bukan tumbuhan akan dipilih. Dari sini dapat dilihat bahwa aktivasi lebih bersifat sinambung daripada bersifat ada atau tidak ada sama sekali (*all or none*). Sifat aktivasi yang sinambung ini juga membedakan teori ACT\* dengan teori-teori pendahulunya.

## Kontrol Kognisi

Anderson menyatakan bahwa kognisi manusia memilih apa yang akan diproses. Dari alternatif-alternatif yang tersedia, sistem kognisi manusia akan memilih untuk melakukan sesuatu dan tidak melakukan yang lainnya. Misalnya, manusia hanya akan memperhatikan serta memperhatikan sebagian dari lingkungannya, manusia hanya menentukan sejumlah tujuan yang ingin dicapainya, dan ketika manusia berusaha mencapai tujuan, hanya beberapa cara yang dipilihnya. Dalam ACT\*, pilihan-pilihan tadi akan dibuat berdasarkan prinsip **resolusi konflik** (*conflict resolution*). Pembahasan mengenai kontrol kognisi disajikan pada bab empat.

Menurut Anderson satu teori tentang kontrol kognisi yang secara psikologis realistis adalah satu teori yang mengakui dua sisi kognisi, yakni (a) sisi kognisi yang lebih dikendalikan oleh stimulus (*data-driven*) atau yang dimulai dari data dan berkelanjutan pada level-level yang lebih tinggi (*bottom-up*), dan (b) sisi kognisi yang lebih dikendalikan oleh tujuan (*goal-directed, conceptually-driven*) atau yang mencoba mencocokkan struktur-struktur tingkat tinggi dengan data (*top-down*).

ACT\* memperkirakan bahwa sistem produksi manusia terdiri dari puluhan ribu sampai puluhan juta produksi. Sudah barang tentu tidak semua produksi tersebut akan digunakan dalam waktu tertentu. Misalnya, dua produksi yang mengharuskan seseorang untuk menggerakkan kepalanya ke kiri dan ke kanan tentu tak akan diterapkan dalam waktu yang bersamaan. Resolusi konflik akan menentukan produksi-produksi yang akan diterapkan pada suatu waktu tertentu.

Menurut ACT\* ada lima prinsip resolusi konflik, yakni (a) tingkat kecocokan (*degree of match*), (b) kekuatan produksi (*production strength*), (c) refraktori data (*data refractoriness*), (d) kekhususan (*specificity*), (e) dominasi-tujuan (*goal-dominance*).

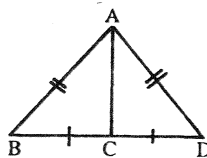
Kondisi-kondisi suatu produksi akan dicocokkan dengan isi ingatan aktif. Kecocokan antara keduanya bisa bersifat penuh ataupun parsial. Kecocokan yang bersifat parsial sangat penting oleh karena dunia ini penuh dengan struktur-struktur parsial yang harus dicocokkan. Misalnya, kendati wajah seseorang akan berubah namun wajah tersebut masih bisa dikenali. Contoh lain mengenai kecocokan parsial dapat dilihat pada gambar 2. Pola tulisan pada gambar 2 meskipun tidak komplit namun masih bisa dibaca.

RONALD REXG/AN

Gambar 2. Pencocokkan parsial

Kekuatan produksi menunjukkan frekuensi penggunaan satu produksi secara berhasil dimasa lampau. Produksi yang lebih kuat akan digunakan lebih cepat dan lebih ajeg.

Refraktori data menyatakan bahwa unsur data yang sama tak dapat melayani dua pola sekaligus dalam waktu yang bersamaan. Pembatasan ini merupakan sumber kesulitan siswa dalam membuktikan satu problem geometri yang mengharuskan siswa melihat objek yang sama dalam peran berbeda. Dalam gambar 3, siswa yang baru belajar geometri akan mengalami kesulitan untuk melihat bahwa garis AC merupakan bagian dari segitiga ABC dan bagian dari segitiga ACD.



Jika garis  $AB = AD$   
 garis  $BC = CD$   
 Buktikan  $ABC = ADC$

Gambar 3. Dalam memecahkan problem ini, siswa baru akan sulit melihat bahwa unsur data yang sama akan menduduki peran yang berbeda secara simultan.

Prinsip kekhususan menunjukkan bahwa apabila dua produksi cocok dengan data yang sama, maka preferensi diberikan pada produksi yang memiliki kondisi lebih khusus. Satu produksi bersifat lebih khusus apabila produksi itu memiliki klausa-klausa tambahan dalam kondisinya atau kalau produksi tersebut mengandung pengujian-pengujian tambahan terhadap struktur data.

Menurut prinsip dominasi, tujuan produksi yang mengandung tujuan kekinian akan lebih penting daripada produksi yang memiliki kekuatan atau kekhususan. Produksi yang memiliki tujuan yang cocok dengan tujuan saat ini akan diterapkan lebih cepat dan lebih ajeg. Sebaliknya apabila satu produksi tidak cocok dengan tujuan saat ini, produksi tersebut tak akan diterapkan. Apabila sejumlah produksi mempunyai tujuan yang cocok dengan tujuan saat ini, maka produksi yang akan diterapkan ditentukan berdasar prinsip-prinsip kekuatan produksi, tingkat kecocokkan dan kekhususan.

### **Penutup**

Uraian diatas mencoba memperkenalkan secara singkat teori ACT\*. Namun demikian masih ada dua bab yang belum diuraikan dalam tulisan ini, yakni bab-bab mengenai ingatan mengenai fakta-fakta dan penguasaan bahasa. Disamping itu, belum dibahas juga matematika prinsip-prinsip ACT\*. Namun demikian sebagai ringkasan tentang ACT\* mudah-mudahan ikhtiar ini bermanfaat.

### **Kepustakaan**

- Anderson, J. R. 1983. *The Architecture of Cognition*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Solso, R. L. 1991. *Cognitive Psychology*, Third Edition. Allyn and Bacon, Boston.