

Bab I

Pendahuluan

1.1. Logika Manusia

Manusia, diantara makhluk yang lain, merupakan pengolah informasi. Kita membutuhkan informasi mengenai dunia dan menggunakan informasi ini untuk kepentingan yang lebih jauh. Salah satu kekuatan manusia dalam mengolah informasi adalah kemampuan kita untuk menggambarkan dan memanipulasi informasi logik, yang bukan saja fakta-fakta sederhana tetapi juga bentuk-bentuk informasi yang lebih kompleks, seperti ingkaran (negasi), alternatif, pembatas dan lain sebagainya.

Untuk mengilustrasikan kemampuan ini, perhatikan suatu puzzle sederhana yang berupa mainan susun balok yang biasa dimainkan anak-anak. Kita diberikan beberapa fakta tentang penyusunan lima balok dalam sebuah tumpukan, dan kita diminta menentukan susunan yang tepat.

Kalimat-kalimat yang ditunjukkan dibawah ini merupakan dasar pemikiran (*premis*) dari masalah tersebut. Kalimat pertama memberitahu kita lokasi yang tepat untuk kotak warna merah. Kalimat kedua tidak menunjukkan lokasi yang tepat, tetapi hanya memberi batasan pada lokasi relatif dari kotak hijau dan kotak biru. Kalimat ketiga menunjukkan apa yang tidak benar, tanpa mengatakan apa yang benar. Kalimat keempat mengatakan bahwa salah satu kondisi yang diperlukan atau yang lainnya tetapi tidak mengatakan yang mana. Kalimat kelima meyakinkan kita bahwa suatu obyek ada tetapi tidak memberikan identitasnya.

Kotak merah diatas kotak hijau
Kotak hijau ada disuatu tempat di atas kotak biru.
Kotak hijau tidak ada diatas kotak biru.
Kotak kuning diatas kotak hijau atau kotak biru.
Ada beberapa kotak yang ada diatas kotak hitam

Meskipun informasi yang dibutuhkan tidak ditampilkan secara harfiah, dimungkinkan untuk mengambil informasi itu. Secara umum, konklusi atau kesimpulan yang ditunjukkan dibawah ini semuanya mengikuti premis diatas.

*Kotak merah ada diatas kotak hijau
Kotak hijau ada diatas kotak kuning.
Kotak kuning ada diatas kotak biru.
Kotak biru ada diatas kotak hitam.
Kotak hitam langsung ada diatas meja.*

Tetapi terkadang tidak selalu kelihatan jelas mana konklusi yang tepat dari himpunan premis yang diberikan. Bahkan saat kita diberikan kesimpulan, seperti dalam contoh ini, kebenarannya mungkin tidak dijelaskan secara langsung.

Sehingga untuk meyakinkan orang lain tentang suatu kesimpulan yang kita ambil, dan juga untuk lebih meyakinkan diri kita, sangat berguna jika kita tuliskan juga pembuktiannya (*proof*), yang dalam hal ini merupakan rangkaian konklusi awal di setiap langkah.

Sebagai contoh, misalkan pembuktian informal yang premis-premisnya diberikan diatas yaitu balok kuning ada diatas balok biru.

Kita mengetahui bahwa balok kuning ada diatas balok hijau atau balok biru. Kita juga mengetahui bahwa balok merah ada diatas balok hijau. Dengan asumsi bahwa hanya ada satu balok diatas yang lainnya dan bahwa sebuah balok tidak mempunyai dua warna, kita dapat menyimpulkan balok kuning tidak mungkin berada di atas balok hijau. Dengan demikian, dengan menghapus kemungkinan pertama, kita simpulkan bahwa balok kuning ada diatas balok biru.

Konsep pembuktian, agar punya arti, kita perlu mengenal dengan baik penalaran “atom” dari suatu kalimat yang kompleks.

Aristotle, seorang ilmuwan besar menyatakan bahwa yang membuat setiap langkah dari suatu pembuktian dapat langsung diterima adalah lebih karena bentuknya daripada isinya. Ini berarti tidak peduli apakah kita membicarakan mengenai balok atau komputer atau program, yang terpenting adalah struktur dari fakta-fakta dengan apa yang kita lakukan.

Perhatikan contoh berikut. Kita tahu bahwa semua Accord adalah Honda dan kita tahu bahwa semua Honda adalah mobil Jepang. Akibatnya, dapat kita simpulkan bahwa semua Accord adalah mobil Jepang.

*Semua Accord adalah Honda
Semua Honda adalah mobil Jepang
Maka, semua accord adalah mobil Jepang*

Sekarang perhatikan juga contoh berikut :

*Semua orang perlu makan
Semua yang perlu makan harus bekerja
Maka, semua orang harus bekerja*

Apa yang perlu diperhatikan dari contoh-contoh ini adalah bahwa mereka mempunyai struktur penalaran yang sama, dengan pola sebagai berikut:

*Semua x adalah y
Semua y adalah z
Maka, semua x adalah z*

Adanya beberapa pola penalaran merupakan landasan dalam logika tetapi menimbulkan pertanyaan-pertanyaan. Pola yang mana yang benar? Apakah ada banyak pola seperti ini atautkah hanya sedikit?

Sekarang kita perhatikan pertanyaan pertama. Anggaplah ada pola yang hanya menghasilkan kesalahan dalam arti bahwa mereka dapat menyebabkan kesimpulan yang tidak benar. Misalkan pola penalaran (salah) berikut ini :

*Semua x adalah y
Ada y yang memenuhi z
Maka, ada x yang merupakan z*

Jika kita ganti x dengan Toyota dan y dengan mobil Jepang dan z adalah buatan Amerika, kita akan mendapatkan barisan argumen sebagai berikut, yang menghasilkan suatu konklusi yang bisa saja benar

*Semua Toyota adalah mobil Jepang.
Ada mobil Jepang yang dibuat di Amerika
Maka, ada Toyota yang dibuat di Amerika*

Di lain pihak, jika kita ganti x dengan Toyota dan y dengan mobil dan z dengan Ferari, kita akan mendapatkan barisan argumen yang menghasilkan suatu konklusi yang salah.

*Semua Toyota adalah mobil
Ada mobil yang bermerk Ferari
Maka ada Toyota yang bermerk Ferari*

Apa yang membedakan suatu pola yang valid dengan yang tidak valid adalah bahwa pola tersebut selalu menghasilkan konklusi yang benar, yaitu konklusi yang benar jika premis benar. Ini merupakan kriteria untuk apa yang kita sebut dengan *deduksi*.

1.2. Logika Formal

Logika formal adalah suatu versi formal dari logika deduksi manusia. Yang menyediakan suatu bahasa formal dengan sintaks yang tidak membingungkan dan arti yang tepat, dan juga menyediakan aturan untuk memanipulasi ekspresi.

Ada suatu analogi antara metode logika formal dengan aljabar aritmatika. Untuk menggambarkan analogi ini, perhatikan permasalahan aljabar berikut ini :

*Sani tiga kali lebih tua dari Yuli
Umur Sani ditambah umur Yuli lebih dari 12
Berapa umur Sani dan Yuli*

Langkah pertama untuk menyelesaikan suatu masalah adalah dengan mengekspresikan informasi tersebut dalam bentuk persamaan. Misalkan jika x menyatakan umur Sani dan y menyatakan umur Yuli, maka kita dapat menangkap informasi penting dari masalah tersebut sebagaimana berikut :

$$\begin{aligned}x - 3y &= 0 \\x + y &= 12\end{aligned}$$

Dengan menggunakan metode aljabar, kita dapat memanipulasi ekspresi ini untuk menyelesaikan masalah itu. Pertama kita kurangkan persamaan kedua dengan yang pertama.

$$\begin{aligned}x - 3y &= 0 \\x + y &= 12 \\ \hline -4y &= 12\end{aligned}$$

Kemudian kita bagi masing-masing ruas dari persamaan hasilnya dengan -4 untuk mendapatkan nilai y . Kemudian substitusikan kembali ke salah satu dari persamaan sebelumnya, untuk mendapatkan nilai x ,

$$\begin{aligned}y &= 3 \\x &= 9\end{aligned}$$

Dan ini berarti umur Sani adalah 9 tahun, sedangkan umur Yuli adalah 3 tahun. Sekarang perhatikan masalah logik berikut ini :

Jika Mary menyukai coklat, maka Mary menyukai kopi. Jika hari ini hari Senin dan hujan, maka Mary suka coklat atau kopi. Jika hari ini hari Minggu dan hujan, apakah Mary suka kopi?

Sebagaimana dalam masalah aljabar, langkah pertama adalah formalisasi. Misalkan C menyatakan kemungkinan Mary menyukai coklat, K untuk kemungkinan Mary menyukai kopi, S untuk kemungkinan bahwa hari ini hari Senin, dan H menyatakan bahwa hari ini hujan. Dengan singkatan-singkatan ini, kita dapat menyatakan informasi penting dari permasalahan tersebut dengan tiga kalimat logika berikut. Yang pertama mengatakan bahwa C menyebabkan Q atau jika C maka Q , yaitu jika Mary suka coklat maka Mary suka kopi. Yang kedua mengatakan bahwa S dan H menyebabkan C benar atau K benar, yaitu jika hari ini Senin dan hujan, maka Mary suka coklat atau Mary suka kopi.

$$\begin{aligned} C &\Rightarrow K \\ S \wedge H &\Rightarrow C \vee K \end{aligned}$$

Sama seperti dalam aljabar, logika formal menetapkan operasi tertentu yang dapat kita gunakan untuk memanipulasi ekspresi. Dengan menggunakan aturan yang disebut resolusi proposisi, yang lebih lengkapnya akan dijelaskan di bab selanjutnya, kita dapat menyimpulkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C &\Rightarrow K \\ S \wedge H &\Rightarrow C \vee K \\ \hline S \wedge H &\Rightarrow Q \vee Q \\ S \wedge H &\Rightarrow Q \end{aligned}$$

Contoh diatas menunjukkan suatu bahasa formal untuk mengkodekan informasi-informasi logik. Seperti dalam aljabar, kita menggunakan simbol-simbol untuk menyatakan aspek-aspek yang relevan dari keseluruhan kalimat dan menggunakan operator untuk menghubungkan simbol-simbol ini untuk mengekspresikan informasi mengenai segala sesuatu yang dinyatakan oleh simbol tersebut. Contoh tersebut juga mengenalkan satu dari operasi-operasi penting dalam logika formal.

1.3. Aplikasi

Logika mempunyai relevansi penting dalam ilmu komputer terutama yang disebutkan berikut ini :

1. Sistem Basis Data
2. Analisa Perangkat Lunak
3. Rangkaian Logika
4. Sistem Cerdas