

MAKALAH

**PERAN MATEMATIKA DALAM PERKEMBANGAN
PEMIKIRAN KEILMUAN**

Universitas Terbuka

Oleh : Rustam

NIP : 131 925 717

**JURUSAN MIPA FKIP - UT
1995**

PERAN MATEMATIKA DALAM PERKEMBANGAN

PEMIKIRAN KEILMUAN

Oleh : R u s t a m

PENDAHULUAN

Untuk melakukan kegiatan-kegiatan ilmiah secara baik diperlukan sarana. Sarana tersebut pada dasarnya merupakan alat yang membantu kegiatan ilmiah, dengan langkah-langkah tertentu yang harus ditempuh agar mencapai tujuan. Sarana tersebut adalah sarana berpikir ilmiah, yaitu berupa bahasa, logika, matematika dan statistika.

Ditinjau dari pola berpikir, ilmu merupakan gabungan antara berfikir deduktif dan berfikir induktif. Matematika mempunyai peran yang penting dalam berfikir deduktif, sedangkan statistika mempunyai peran penting dalam berfikir induktif.

Dalam tulisan ini, pembahasannya difokuskan pada peran matematika dalam proses perkembangan ilmu. Dengan matematika memungkinkan ilmu mengalami perkembangan dari tahap kualitatif menjadi kuantitatif. Perkembangan ini merupakan suatu hal yang imperatif bila kita menghendaki daya prediksi dan kontrol yang lebih kuat dan cermat dari ilmu. Beberapa disiplin keilmuan, terutama ilmu-ilmu sosial agak mengalami kesukaran dalam perkembangannya yang bersumber pada problema teknis dan dalam pengukuran. Kesukaran ini secara bertahap telah mulai memasuki tahap yang bersifat kuantitatif. Pada dasarnya matematika

diperlukan oleh semua disiplin keilmuan untuk meningkatkan daya prediksi dan kontrol dari ilmu tersebut.

PENALARAN MATEMATIKA

Matematika pada garis besarnya merupakan pengetahuan yang disusun secara konsisten berdasarkan logika deduktif. Bertrand Russell dan Whitehead dalam karyanya yang monumental yang berjudul *Principia Mathematica* mencoba membuktikan bahwa dalil-dalil matematika pada dasarnya adalah pernyataan logika, meskipun tidak seluruhnya berhasil.

Memang tidak semua ahli filsafat setuju dengan pernyataan bahwa matematika adalah pengetahuan yang bersifat deduktif, seperti Immanuel Kant (1724 - 1804) umpamanya, berpendapat bahwa matematika merupakan pengetahuan sintetik apriori dimana eksistensi matematika tergantung pada dunia pengalaman kita. Namun pada dasarnya dewasa ini orang berpendapat bahwa matematika merupakan pengetahuan yang bersifat rasional yang kebenarannya tidak tergantung kepada pembuktian secara empiris (Jujun, 1994 : 201).

Di samping sarana berpikir deduktif yang merupakan aspek etik, matematika juga merupakan kegunaan praktis dalam kehidupan sehari-hari. Semua masalah kehidupan yang membutuhkan pemecahan secara cermat dan teliti mau tidak mau harus berpaling kepada matematika.

Matematika dalam hubungan komunikasi ilmiah mempunyai

peranan ganda yakni sebagai ratu dan sekaligus pelayanan ilmu. Sebagai ratu, matematika merupakan bentuk tertinggi dari logika, sedangkan sebagai pelayanan matematika memberikan bukan saja sistem pengorganisasian ilmu yang bersifat logis namun juga pernyataan-pernyataan dalam bentuk model matematika.

Kiranya cukup jelas bahwa kefalsafatan mengenai matematika dipengaruhi oleh matematika itu sendiri. Dan perkembangan ini memang benar-benar menunjukkan perubahan-perubahan yang mendalam. Juga matematika pada awal mulanya merupakan empirik yang berdasarkan atas diajukannya pertanyaan-pertanyaan yang konkret mengenai hitung menghitung, ukur mengukur timbang menimbang, dan sebagainya. Tetapi sudah semenjak jaman Yunani Kuno matematika diusahakan sebagai ilmu deduktif (Berling, 1990 : 24).

Ciri utama matematika adalah metode dalam penalaran (reasoning). Dengan jalan mengukur besarnya sudut jumlah segitiga yang mempunyai berbagai ukuran dan bentuk, maka kita dapat menemukan bahwa jumlah sudut tiap segi tiga tersebut adalah 180 derajat (sama dengan sudut lurus). Dalam hal ini maka secara induktif dapat disimpulkan bahwa jumlah sudut dari setiap segitiga adalah 180 derajat. Namun di samping itu orang juga bisa berfikir secara analogi, umpamanya karena lingkaran membentuk sebuah bidang yang mempunyai luas terbesar dibandingkan dengan garis-garis lengkung lainnya, maka sebuah bola dengan

merupakan konsekwensi logis dari fakta-faktar yang sebelumnya telah diketahui. Di sini seperti juga fakta-fakta yang mendasarinya, maka kesimpulan yang ditarik tak usah Kragukan lagi.

Lkarena deduksi menghasilkan kesimpulan yang dapat dipercaya seperti fakta yang mendasarinya, maka penerapan proses ini kepada fakta-fakta yang kebenarannya telah diketahui akan menghasilkan kebenaran baru. Kebenaran baru ini kemudian dapat dipakai kembali sebagai premis untuk suatu argumentasi deduktif yang lain. Kesimpulan yang ditarik dari setiap proses deduksi mungkin tidak terlalu penting, namun hasil akhir dari serangkaian metode ini, katakanlah umpamanya setelah 10 dan 20 rangkaian argumen-tasi, mungkin sekali menghasilkan suatu kesimpulan yang penting, yang disebut teorema. Rangkaian argumentasi deduktif yang menuju pada suatu teorema disebut pembuktian.

Meskipun pembuktian matematis haruslah bersiat deduktif namun proses kreatif ke arah ini tidaklah selalu demikian. Untuk melihat apa yang harus dibuktikan, atau rangkaian argumentasi mana yang dapat ditempuh untuk sampai pada suatu kesimpulan, maka ahli matematika juga mempergunakan berbagai cara lain seperti pengamatan, pengukuran intuisi, imajinasi, induksi dan bahkan metode coba-coba.

Usaha dalam memperoleh kebenaran secara deduksi harus mengandalkan pada beberapa pernyataan yang sebelumnya

dianggap telah benar. Kebenaran ini ditemukan oleh bangsa Yunani dalam bilangan dan bentuk geometri: bahwa sebuah persamaan yang kedua ruasnya ditambah dengan besaran yang sama harganya tidak berubah, bahwa keseluruhan lebih besar dari faal pada bagian-bagiannya, dan bahwa dua titik membentuk sebuah garis lurus (Jujun, 1992 : 174).

Orang Yunani melihat bahwa bilangan, ukuran dan bentuk merupakan sifat-sifat dasar dari berbagai ujud. Orang Yunani bahkan menaruh kepercayaan bahwa jagat raya tersusun secara matematis, dengan demikian maka gejala alam hanya dapat dipahami dalam pengertian angka dan geometri.

PERANAN MATEMATIKA

Untuk menghargai kekuatan sepenuhnya dari matematika kita harus melihat peranannya dalam ilmu. Abad ketujuh belas, ketika ilmu modern terbentuk dan terdapat dorongan pesat untuk pertama kali hukum-hukum fisika yang penting diperoleh lewat induksi dan percobaan. Sebagai contoh hukum Newton yang kedua dari tiga hukum Newton tentang gerak gravitasi. Hukum ini berhubungan dengan konsep gaya, massa dan percepatan. Hukum Newton menyatakan bahwa tiap gaya yang diberikan kepada suatu massa akan menyebabkan terjadinya percepatan.

Atas dasar hukum itu dengan bantuan matematika akhirnya Isaac Newton bersama para ahli sezamannya, dan ahli-ahli sesudah mereka, dapat menghitung massa dari bumi

matahari dan berbagai planit, perjalanan bintang berekor, pergerakan bulan dan naik turunnya pasang. Secara khusus dapat dikemukakan bagaimana Newton membuktikan hukum Keppler mengenai pergerakan planit-planit. Hukum tersebut ditemukan Keppler hanya berdasarkan induksi dari data. Newton kemudian membuktikan bahwa hukum tersebut merupakan konsekuensi logis dari hukum gerak dan gravitasi.

Usaha-usaha seperti di atas termasuk apa yang disebut mekanika tentang benda langit, bidang yang tampil kembali dalam peluncuran satelit. Setelah itu ditemukan berbagai teori yang sama pentingnya seperti teori cahaya, listrik, magnetisme, gelombang elektromagnetis (termasuk gelombang radio yang telah diramalkan sebelumnya secara matematis), aliran benda cair dan gas yang berguna dalam pengembangan disain kapal laut dan kapal terbang, relativitas, struktur atom, struktur molekul (yang sekarang merupakan dasar kimia modern), genetika kuantitatif dan perlakuan statistik terhadap masalah sosial dan kedokteran. Dalam bidang yang disebutkan ini, kesatuan antara matematika dan ilmu berkembang dengan sangat pesat.

Dalam zaman Newton, matematika memegang kendali ilmu. Hukum matematika lalu dijadikan esensi dan tujuan ilmu. Penaklukan ilmu matematika dalam abad sekarang ini telah berlangsung sedemikian jauh sehingga Sir James Jean (almarhum), ahli astronomi dan fisika yang terkenal mengatakan bahwa deskripsi matematis dari alam dianggap kenyataan terakhir. Penerapan matematis terhadap benda

yang bergerak melahirkan sebuah doktrin kefalsafatan yang menetapkan bahwa tiap gejala alam dapat direduksikan menjadi zat dan gerak dimana semua zat termasuk tubuh manusia semuanya terikat oleh hukum matematis yang tetap, sedangkan kehendak manusia tak terbatas, dan pemikiran hanyalah merupakan reaksi mekanis yang diberikan terhadap otak lewat pancaindera terhadap sensasi. Mendapat inspirasi dari keberhasilan matematika dalam fisika, dan didorong oleh antusiasme tentang kekuatan menalar lewat matematika, maka para pemikir abad kedelapan belas yang terkemuka mendekati masalah-masalah sosial secara rasional dan mengembangkan ilmu tentang pemerintahan dan ekonomi. Semangat rasional ini membebaskan manusia dari takhyul dan bernafas dalam atmosfer yang lebih toleran.

Kebutuhan ilmu terhadap matematika yang mulai mendesak selama abad ke tujuh belas, merangsang perkembangan matematika dengan pesat. Matematika yang dipunyai pada tahun 1600 terdiri dari aljabar, geometri Euclid dan trigonometri. Dalam abad ketujuh belas, kebutuhan terhadap matematika dalam mempelajari garis lengkung, yang berupa jalan yang ditempuh cahaya melalui lensa, trayek tembakan meriam, perjalanan kapal di laut, atau orbit planet-planet menyebabkan Rene Descartes dan Pierre de Fermat menciptakan metode aljabar mengenai garis lengkung, sehingga aljabar kemudian dapat dipakai dalam mendeduksi sifat-sifat garis lengkung tersebut. Ciptaan ini dinamakan geometri koordinat atau geometri analisis.

Kebutuhan untuk menghitung berbagai kecepatan, gaya tekanan dan berbagai sifat lainnya dari benda-benda meriam, dapat dilakukan dengan ditemukannya konsep tentang limit atau differensial, sebagai pokok dari kalkulus. Untuk memperoleh suatu jumlah total dari serangkaian obyek yang jumlahnya tak terbatas, umpamanya jumlah gaya gravitasi dari tiap bagian bumi terhadap suatu masa, maka diciptakan kalkulus internal.

Matematika berkembang dengan luar biasa dalam kebudayaan kita yang modern, namun perkembangan yang lebih menarik lagi adalah terjelmanya kesadaran bahwa matematika bukanlah sesuatu yang mutlak. Penemuan non-Euclid oleh ahli matematika yang terkanal pada abad kesembilan belas yaitu Karl Fiedrich Gauss, Geometri Euclid tidak lagi dianggap sebagai satu-satunya geometri untuk ruang karena geometri yang non-Euclid mungkin juga dapat dipergunakan. Demikian juga misalnya kalau kita campurkan dua CC hidrogen dan satu CC oksigen kita tidak mendapatkan tiga CC melainkan dua CC air. Secara kefalsafatan hal ini berarti bahwa kebenaran matematika, seperti juga semua proses kemanusiaan, adalah sesuatu yang bersifat serba muka. Sekarang disadari bahwa aksioma merupakan kesimpulan yang dibuat manusia berdasarkan pengalaman indera yang terbatas dan hanya merupakan perkiraan dari dunia fisik yang sesungguhnya. Sebenarnya istilah aksioma harus kita artikan sekarang sebagaimana asumsi dan bukan sebagai kebenaran yang pasti.

Anehnya meskipun kebenaran yang merupakan milik matematika yang sangat berharga telah diambil, namun matematika justru bukan kehilangan, malah bertambah kaya. Matematika yang semula dibelenggu oleh dunia fisik, melepaskan belenggu pembudakan ini dan menghirup atmosfer kebebasan. Dari imajinasi matematis yang tidak terkungkung ini telah dihasilkan dan masih akan dihasilkan sebagai sebagai sistem pemikiran yang mungkin jauh lebih berguna dalam melengkapi dan menguasai dunia fisik, dari pada memusatkan perhatian kita hanya kepada sistem tentang bilangan dan geometri Euclid.

Dengan jalan mempelajari perkembangan matematika yang terbaru kita akan melihat terjadinya perubahan dalam hakekat matematika. Konsep yang mula-mula mengenai bilangan, pecahan dan beberapa bentuk geometri jelas didasarkan kepada perjalanan manusia secara langsung. Matematika kemudian mengembangkan dan menerapkan berbagai konsep abstraks seperti bilangan irrasional, bilangan negatif dan bilangan kompleks. Mula-mula kita tidak mengerti dan tidak menyadari kegunaan konsep abstrak ini, oleh sebab itu bahkan ahli-ahli matematika yang terkemuka mula-mula menentang dimasukkannya konsep itu ke dalam matematika. Setelah berabad-abad kita mempergunakan bilangan dan bentuk geometris yang didasarkan kepada gejala fisik yang dialami manusia secara langsung, maka ahli matematika secara implisit dan tak sadar menyimpulkan bahwa konsep yang dikemukakan oleh mereka adalah "nyata".

Pengakuan terhadap jenis-jenis bilangan yang baru ini merupakan langkah yang penting dimana matematika telah meninggalkan konsep yang mendasarkan diri kepada pengalaman manusia secara langsung. Ahli matematik sejak itu mengerti dengan lebih dalam akan makna dari matematika sebagai suatu kegiatan berfikir manusia dan sekarang mereka berpendapat bahwa asalkan suatu konsep itu jelas dan kaya, maka konsep tersebut harus dipelajari lebih lanjut tanpa memperhatikan apakah konsep itu mempunyai dasar fisik atau tidak.

PENUTUP

Tujuan akhir dari kegiatan keilmuan sebenarnya adalah manusia itu sendiri. Dia ingin mengetahui arti dari kehidupannya dan dia mencari jawaban tersebut dengan usahanya memahami dunia dimana dia menemukan dirinya. Matematika menjembatani antara manusia dan alam, antara dunia batin dan dunia lahir. Apa yang dicapai oleh konsep dan metode matematika dalam menggambarkan alam secara rasional telah menghasilkan doktrin-doktrin keilmuan yang penting.

Ketika Copernikus dan Keppler menyusun suatu skema berdasarkan alasan matematis dalam mempelajari benda-benda langit dan meletakkan bumi namun matahari sebagai pusat, mereka menyandarkan manusia bahwa manusia hanya sekedar makhluk tidak berarti yang mengorbit dalam jagat yang maha luas dan bukan tokoh utama dari drama alam. Ketika

kaum matematis tertentu, yang berlaku baik pada hari kemarin maupun pada hari esok dan sampai kapanpun akan demikian, maka manusia harus menerima kenyataan bahwa dia lebih mutakhir seperti teori kuantum menggoyahkan semua pendapat sebelumnya yang bersifat perimistik, mekanistik dan deterministik, dan penemuan ini kembali memberikan harapan bagi manusia untuk meletakkan kembali fungsinya yang penting dalam kehidupan, namun satu hal yang patut disadari bahwa pandangan ini juga dibatasi dan diarahkan oleh rangkaian tentang alam dimana kita hidup, sedang matematika memberikan bahan celup dimana ilmu dicetak. Sebagian besar dari dunia kita terujud seperti apa yang dikatakan matematika.

Dalam kumpulan abstrak manusia ini, seperti apa yang dikatakan Bertran Russel, kita tidak pernah tahu sesungguhnya apa yang kita bicarakan maupun tidak tahu apakah yang kita katakan itu benar atau tidak, namun dengan alat yang praktis ini (matematika), sebuah model dari segenap kegiatan intelektual dan esensi dari pengetahuan kita tentang alam, telah membawa kita kepada manusia itu sendiri.

Dalam tulisan ini telah diutarakan peranan matematika dalam perkembangan ilmu, namun patut kita sadari bahwa matematika dan ilmu lainnya adalah hasil pemikiran/penalaran manusia. Dengan demikian, matematika dan semua ilmu lainnya memiliki kebenaran yang tidak mutlak. Hal ini disebabkan keterbatasan dari kemampuan manusia itu sendiri, sebagai ciptaan yang Maha Kuasa.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Baum, Robert J. (1972), *Philosophy and Mathematics*, San Fransisco : Freeman, Cooper & Company.
- Berling, dkk (1990). *Pengantar Filsafat Ilmu*, (alih bahasa Soejono Soemargono). Yogyakarta : Tiara Wacana.
- Fisher, Robert B. 1975. *Science, Man and Society*, Philadelphia : W.B. Saunders Company.
- Hartono Kasmadi, dkk (1990). *Filsafat Ilmu*, Semarang : IKIP Semarang.
- Jujun S. Suriasumantri, (1992). *Ilmu dalam perspektif*. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan.
- _____, (1994). *Filsafat Ilmu, sebuah pengantar Populer*, Jakarta : Pustaka Sinar Harapan.
- Moh. Amin (1994). *Filsafat "Science" dan Teknologi, dan manusia*. Yogyakarta : PPS IKIP Yogyakarta.
- Poedjawinatna (1983). *Tahu dan Pengetahuan*, Pengantar ke Ilmu dan Filsafat. Jakarta : Bina Aksara.
- Van Lear, Henry (1995) *Philosophy of Science Pantone Scence in General* (alih bahasa : Amin, Yudian W). Yogyakarta : LIPMI.