

USE OF HEURISTIC STRATEGIES TO INCREASE THE ABILITY OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING

Uus Kusdinar
Ahmad Dahlan University, Yogyakarta
uus.kusdinar@pmat.uad.ac.id

ABSTRACT: Problem solving and reasoning to be one of the main objectives in math learning program. Heuristics is a step-by-step Troubleshooter guides the public in finding solutions to problems. According to Schoenfeld (1980), "Heuristic will be used here to mean a general suggestion or strategy, independent of any particular topic or subject that metter, that helps problem solver approach and understand a problem and efficiently marshal their resources to solve it." This research includes qualitative research involving 25 student education courses math University Ahmad Dahlan in Yogyakarta. The data collected from the observation of classes and reflection journal participants in College matrices. The giving of instructions in the form of a question that leads to how to solve math problems that are given as a heuristic strategy used. Data analysis using qualitative analysis to see the changes that occur from heuristic strategy used against the student's ability in solving problems. The results showed that use of heuristic strategies, namely with the giving of the instructions in the troubleshooting can improve results/performance of students in mathematical problem solving.

Keywords: problem solving, mathematics learning, heuristic strategies

ABSTRAK: Pemecahan masalah dan penalaran menjadi salah satu tujuan utama dalam program pembelajaran matematika. Heuristik adalah suatu langkah-langkah umum yang memandu pemecah masalah dalam menemukan solusi masalah. Menurut Schoenfeld (1980), "*Heuristic will be used here to mean a general suggestion or strategy, independent of any particular topic or subject metter, that helps problem solver approach and understand a problem and efficiently marshal their resources to solve it.*" Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif yang melibatkan 25 mahasiswa program studi pendidikan matematika Universitas Ahmad Dahlan di Yogyakarta. Data dikumpulkan dari observasi kelas dan refleksi jurnal peserta pada kuliah Aljabar Matriks. Pemberian petunjuk dalam bentuk pertanyaan yang mengarah kepada bagaimana cara menyelesaikan masalah matematika yang diberikan sebagai strategi heuristik yang digunakan. Analisis data menggunakan analisis kualitatif untuk melihat perubahan yang terjadi dari strategi heuristik yang digunakan terhadap kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan strategi heuristik, yaitu dengan pemberian petunjuk dalam penyelesaian masalah dapat meningkatkan hasil/ kinerja mahasiswa dalam penyelesaian masalah matematika.

Kata kunci : pemecahan masalah, pembelajaran matematika, strategi heuristik

PENDAHULUAN

Pada akhir dekade 80-an terjadi perubahan paradigma dalam pembelajaran matematika yang digagas oleh *National Council of Teacher of Mathematics (NCTM)* di Amerika pada tahun 1989 yang mengembangkan *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, dimana pemecahan masalah dan penalaran menjadi salah satu tujuan utama dalam program pembelajaran matematika sekolah.

Pemecahan masalah adalah suatu kemampuan berpikir yang menuntut suatu tahapan berpikir. Polya (Schoenfeld, 1980) dalam bukunya *How to Solve It* pertama kali mengenalkan 4 langkah dalam pemecahan

masalah yang disebut Heuristik. Strategi berpikir pemecahan masalah menurut Polya dijadikan sebagai model umum strategi pemecahan masalah. Sementara pengembangannya memuat langkah yang lebih rinci dan spesifik.

Heuristik adalah suatu langkah-langkah umum yang memandu pemecah masalah dalam menemukan solusi masalah. Berbeda dengan algoritma yang berupa prosedur penyelesaian sesuatu dimana jika prosedur itu digunakan maka akan sampai pada solusi yang benar. Sementara Heuristik tidak menjamin solusi yang tepat, tetapi hanya memandu dalam menemukan solusi. Jika langkah-langkah algoritma harus dilakukan

secara berurutan, maka heuristik tidak menuntut langkah berurutan.

Kajian tentang pemecahan masalah dan pembelajarannya tidak dapat dilepaskan dari peran heuristik sebagai strategi dalam proses pemecahan masalah.

Pemeriksaan lembar kerja siswa dalam rangka untuk memberikan umpan balik merupakan bagian penting dari pengajaran yang efektif. *For future teachers it is important to acquire diagnostic competence in order to understand and assess students' answers with the aim to make appropriate pedagogical and didactical decisions* (Hußmann et al., dalam Kuhlemann, 2016)

KERANGKA TEORI

1. Pengertian Heuristik

Istilah heuristik sering digunakan untuk pengertian mencari sesuatu seperti dalam kegiatan penemuan terbimbing dan mencari solusi pemecahan masalah. Oleh karena itu, pengertian heuristik juga sangat dekat dengan pengertian penemuan (discovery).

Menurut Schoenfeld (1980), "Heuristic will be used here to mean a general suggestion or strategy, independent of any particular topic or subject matter, that helps problem solver approach and understand a problem and efficiently marshal their resources to solve it."

Heuristik adalah suatu langkah berpikir dan upaya untuk menemukan dan memecahkan suatu masalah matematika. Dengan cara inilah matematika berkembang dan kemudian diaplikasikan untuk memecahkan masalah-masalah praktis.

Berikut ini beberapa heuristik dasar (*generic*) dalam matematika (Sickafus, 2004 : 13), yaitu :

- a. Menemukan pola (*Search for Pattern*)
- b. Membuat Gambar (*Draw a Figure*)
- c. Memformulakan masalah yang ekuivalen (*Formulate an equivalent problem*)
- d. Memodifikasi masalah (*Modify the problem*)
- e. Memilih notasi yang efektif (*choose effective notation*)
- f. Menggunakan kesimetrian masalah (*Exploit symmetry*)
- g. Memecah masalah menjadi kasus-kasus (*Divide into cases*)

- h. Bekerja mundur (*Work backward*)
- i. Mengajukan kontradiksi (*Argue by contradiction*)
- j. Memeriksa masalah yang memiliki kesamaan (*Check for parity*)
- k. Menentukan kasus yang ekstrim/khusus (*Consider extreme case*)
- l. Menggeneralisasikan (*Generalize*)

Heuristik menyajikan suatu "road map" atau cetak biru agar proses pemecahan masalah dapat menghasilkan solusi yang benar. Heuristik adalah langkah-langkah dalam menyelesaikan sesuatu tanpa ada keharusan untuk dilakukan secara berurutan.

The Singapore mathematics syllabuses, developed by Curriculum Planning and Developing Division (CPDD), Ministry of Education Singapore (MOE), have identified 13 heuristics that are applicable to mathematical problem solving.

1. *Act it out*
2. *Use a diagram/model*
3. *Use guess-and-check*
4. *Make a systematic list*
5. *Look for patterns*
6. *Work backwards*
7. *Use before-after concept*
8. *Make suppositions*
9. *Restate the problem in another way*
10. *Simplify the problem*
11. *Solve part of the problem*
12. *Think of a related problem*
13. *Use equations*

(Heuristics 12 and 13 are not in the primary syllabus.) (Yeun Siew, J. T., HEDBERG, J., & LIOE, L. T. , 2011)

2. Heuristik Dalam Pemecahan Masalah Matematika

Menurut Polya (Reys, et.al., 1998 : 76), solusi soal pemecahan masalah memuat 4 langkah penyelesaian, yaitu : (1) pemahaman terhadap permasalahan (*SEE*); (2) perencanaan penyelesaian masalah (*PLAN*); (3) melaksanakan perencanaan penyelesaian masalah (*DO*); dan (4) Memeriksa kembali penyelesaian (*CHECK*). Ini merupakan heuristik yang umum sebagai dasar pengembangan model heuristik yang

lebih rinci. Wickelgren (1974, dalam Schoenfeld, 1980) menjelaskan lebih rinci heuristik Polya namun tetap terdiri dari 4 langkah.

Sedangkan menurut Schoenfeld (Goos et.al., 2000 : 2) terdapat 5 episode dalam memecahkan masalah, yaitu *Reading, Analisis, Exploration, Planning/Implementation, dan Verification*. Artzt & Armour-Thomas (Goos et.al, 2000 : 2) telah mengembangkan langkah-langkah pemecahan masalah dari Schoenfeld, yaitu menjadi *Reading, Understanding, Analisis, Exploration, Planning, Implementation, dan Verification*. Langkah-langkah penyelesaian masalah tersebut sebenarnya merupakan pengembangan dari 4 langkah Polya.

Sementara itu, Krulik dan Rudnik (1995) mengenalkan lima tahapan pemecahan masalah sebagai *Heuristik*. Krulik dan Rudnik (1995) mengkhususkan langkah ini dapat diajarkan di sekolah dasar. Lima langkah tersebut adalah *:read and think, explore and plan, select a strategy, find and answer, dan reflect and extend*.

Model heuristik dalam pemecahan masalah, antara lain; model heuristik Wickelgren dan model Krulik dan Rudnik.

3. Model Heuristik Wickelgren

Model heuristik ini merupakan perincian dari heuristik Polya yang terdiri dari 4 langkah pemecahan masalah, yaitu : menganalisis dan memahami masalah (*analyzing and understanding a problem*); merancang dan merencanakan solusi (*designing and planning a solution*); mencari solusi dari masalah (*exploring solution to difficult problem*); dan memeriksa solusi (*verifying a solution*). Berikut ini adalah rincian dari langkah-langkah tersebut.

- a. Menganalisis dan memahami masalah (*analyzing and understanding a problem*)
 - Membuat gambar atau ilustrasi jika memungkinkan
 - Mencari kasus yang khusus
 - Mencoba memahami masalah secara sederhana
- b. Merancang dan merencanakan solusi (*designing and planning a solution*)
 - Merencanakan solusi secara sistematis

- Menentukan apa yang akan dilakukan, bagaimana melakukannya serta hasil yang diharapkan
- c. Mencari solusi dari masalah (*exploring solution to difficult problem*)
 - Menentukan berbagai masalah yang ekuivalen, yaitu : penggantian kondisi dengan yang ekuivalen; menyusun kembali bagian-bagian masalah dengan cara berbeda; menambah bagian yang diperlukan; serta memformulasikan kembali masalah.
 - Menentukan dan melakukan memodifikasi secara lebih sederhana dari masalah sebenarnya, yaitu : memilih tujuan antara dan mencoba memecahkannya; mencoba lagi mencari solusi akhir; dan memecahkan soal secara bertahap.
 - Menentukan dan melakukan memodifikasi secara umum dari masalah sebenarnya, yaitu : memecahkan masalah yang analog dengan variabel yang lebih sedikit; mencoba menyelesaikan dengan kondisi satu variabel; serta memecahkan masalah melalui masalah yang mirip.
 - d. Memeriksa solusi (*verifying a solution*)
 - Menggunakan pemeriksaan secara khusus terhadap setiap informasi dan langkah penyelesaian
 - Menggunakan pemeriksaan secara umum untuk mengetahui masalah secara umum dan pengembangannya

4. Model Heuristik Krulik dan Rudnik

Model heuristik Krulik dan Rudnik terdiri dari 5 langkah, dengan rincian sebagai berikut.

- a. Read and Think (Membaca dan Berpikir)
 - Mengidentifikasi fakta
 - Mengidentifikasi pertanyaan
 - Memvisualisasikan situasi
 - Menjelaskan setting
 - Menentukan tindakan selanjutnya

- b. Explore and Plan (Eksplorasi dan Merencanakan)
 - Mengorganisasikan informasi
 - Mencari apakah ada informasi yang sesuai/diperlukan
 - Mencari apakah ada informasi yang tidak diperlukan
 - Menggambar/mengilustrasikan model masalah
 - Membuat diagram, tabel, atau gambar
- c. Select a Strategy (Memilih Strategi)
 - Menemukan/membuat pola
 - Bekerja mundur
 - Coba dan kerjakan
 - Simulasi atau eksperimen
 - Penyederhanaan atau ekspansi
 - Membuat daftar berurutan
 - Deduksi logis
 - Membagi atau mengkategorikan permasalahan menjadi masalah sederhana
- d. Find an Answer (Mencari Jawaban)
 - Memprediksi atau estimasi
 - Menggunakan kemampuan berhitung
 - Menggunakan kemampuan aljabar
 - Menggunakan kemampuan geometris
 - Menggunakan kalkulator jika diperlukan
- e. Reflect and Extend (Refleksi dan Mengembangkan)
 - Memeriksa kembali jawaban
 - Menentukan solusi alternatif
 - Mengembangkan jawaban pada situasi lain
 - Mengembangkan jawaban (generalisasi atau konseptualisasi)
 - Mendiskusikan jawaban
 - Menciptakan variasi masalah dari masalah yang asal

Suatu heuristik terdiri dari tahapan-tahapan berpikir yang membantu seseorang dalam memecahkan masalah. Tahapan-tahapan tersebut merupakan bagian-bagian dari kemampuan pemecahan masalah. Agar siswa memiliki kemampuan pemecahan

masalah dengan baik maka perlu diajarkan tahapan-tahapan tersebut secara khusus dan bertahap pula.

Soal-soal dapat diberikan secara bertahap sesuai dengan tahap heuristik. Misalnya tahap pertama heuristik adalah memahami masalah, maka soal-soal tersebut cukup difokuskan untuk melatih kemampuan siswa dalam memahami soal-soal tersebut. Setelah itu dilanjutkan dengan memberikan soal-soal lain untuk mengembangkan kemampuan heuristik tahap berikutnya, sehingga pada akhirnya diberikan soal untuk mengembangkan seluruh tahapan pemecahan masalah sampai siswa mampu menemukan solusinya. Pembelajaran secara bertahap ini penting untuk memantau perkembangan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah sehingga dapat diketahui pada tahap mana siswa sering menemukan kesulitan.

Pembelajaran heuristik dapat dilakukan secara individual, kelompok maupun klasikal. Namun pembelajaran heuristik lebih baik dilakukan dalam kelompok-kelompok kecil agar terjadi diskusi dan tukar pikiran antara sesama siswa selama diberikan tugas untuk memecahkan soal terutama dalam tahap latihan.

Peran guru sebagai fasilitator di kelas matematika adalah untuk menanamkan kepercayaan siswa dalam menyajikan solusi matematika mereka. Seperti yang dikutip Hoon, T.S., Kee, K.L., Singh, P. (2013), beberapa hasil penelitian, antara lain: Chavez (2007) mengamati bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika siswa meningkat setelah penggunaan pendekatan heuristik. Mereka dilaporkan terlibat mendalam dalam pembelajaran mereka dan minat lingkungan belajar aktif seperti meningkatkan siswa dalam memecahkan masalah matematika serta memungkinkan mereka untuk merespon secara kreatif. Begitu pula, Akinsola (2007) menemukan bahwa kinerja

matematika siswa dan sikap mereka terhadap matematika yang sangat dipengaruhi oleh kemampuan guru mereka 'untuk mensintesis ide-ide matematika dalam proses pengajaran. Metode pengajaran membantu untuk mengembangkan kemampuan kognitif siswa yang pada akhirnya menantang mereka untuk berpikir matematis. Dengan demikian, bimbingan guru penting dalam memfasilitasi siswa berpikir. Di sisi lain, menurut Tarnvik (2002) siswa memperoleh keuntungan jika mereka menggunakan beberapa cara untuk merangsang pemikiran mereka. Alasannya adalah memecahkan masalah adalah proses kognisi kreatif dan menerapkan beberapa metode untuk memecahkan masalah matematika dibantu oleh pengetahuan dari pengalaman masa lalu dan dengan keterampilan mengamati pola solusi dapat mendorong pembentukan ide-ide baru dari kognisi bawah sadar

Penggunaan strategi heuristik; yaitu dengan pemberian petunjuk untuk langkah penyelesaian masalah dapat meningkatkan hasil/ kinerja siswa. Pemberian petunjuk/hint dalam penyelesaian masalah diharapkan menjadi kemampuan siswa dalam melakukan langkah-langkah penyelesaian masalah. (Koichu,B., Berman, A., And Moore, M. 2014). Oleh karena itu, strategi heuristic yang dapat dilakukan berupa pancingan untuk menyelesaikan masalah dengan pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan masalah yang diberikan.

METODOLOGI

Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif yang melibatkan 25 mahasiswa program studi pendidikan matematika Universitas Ahmad Dahlan di Yogyakarta. Para peserta telah belajar pendekatan heuristik dalam memecahkan masalah matematika. Data dikumpulkan dari observasi kelas dan refleksi

jurnal peserta pada kuliah matriks. Pemberian petunjuk dalam bentuk pertanyaan yang mengarah kepada bagaimana cara menyelesaikan masalah matematika yang diberikan sebagai strategi heuristik yang digunakan. Analisis data menggunakan analisis kualitatif untuk melihat perubahan yang terjadi dari strategi heuristic yang digunakan terhadap ketrampilan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan strategi heuristik, yaitu dengan pemberian petunjuk untuk langkah penyelesaian masalah yang berupa pertanyaan-pertanyaan yang mengarah kepada penyelesaian masalah dilakukan terhadap mahasiswa. Langkah ini dilakukan baik sebelum, selama dan setelah mereka menyelesaikan masalah.

Contoh petunjuk yang diberikan, ketika menyelesaikan masalah matriks dan operasinya:

Petunjuk 1: apa bedanya antara symbol matriks dan determinan? Hal ini diberikan ketika mahasiswa akan menyelesaikan system persamaan linier dengan menggunakan matriks.

Petunjuk 2: Apakah Anda mau menyelesaikan masalah tadi dengan operasi baris, dengan determinan atau invers matriks?

Pada tahap ini, dapat dilakukan diskusi kelas singkat pada pertanyaan "Apakah Anda mau menyelesaikan masalah tadi dengan operasi baris,dengan determinan atau dengan invers matriks?"

Akhirnya, para mahasiswa dapat memutuskan menggunakan cara mana yang dipandang lebih mudah oleh mereka untuk menyelesaikan masalah tersebut. Hal ini mencerminkan bahwa mereka sudah punya strategi yang lebih baik dalam menyelesaikan masalah berdasarkan strategi heuristic yang mereka miliki dan menerapkannya dalam penyelesaian masalah. Dst.

Pertimbangkan cara apa yang tampaknya lebih menjanjikan.

Langkah-langkah penyelesaian yang dilakukan oleh mahasiswa tercatat dalam jurnal kuliah, baik langkah yang sudah benar maupun yang masih salah.

Petunjuk 7: Ketika langkah jawaban mahasiswa sudah benar, tetapi mereka belum sampai pada jawaban yang diharapkan maka dapat diberikan petunjuk lagi.

Petunjuk 8: Apa yang menjadi tujuan Anda? Apa yang ditanyakan?

Begitu pula ketika langkah jawaban mahasiswa masih salah

Petunjuk 9: Coba cek lagi langkahnya! Langkah yang salah jangan di hapus tetapi beri tanda (boleh dengan warna lain). Langkah ini dilakukan dengan tujuan sebagai pembelajaran bagi mahasiswa, dan ini diharapkan menjadi pembelajaran yang berarti belajar dari kesalahan.

Petunjuk 10: Jika Anda masih tidak dapat menemukan solusi, tetap tenang dan berpikir mundur! Cobalah untuk menempatkan dalam urutan yang baik semua tahapan yang telah Anda lakukan. Membaca ulang masalah. Apa yang diberikan telah digunakan belum?

Petunjuk 11: Angkat tangan Anda dan memanggil: '! Tolong aku' "

Petunjuk 12: Horre , Aku bisa. Jika mahasiswa sudah dapat menyelesaikan masalah. Kemudian sebagai refleksi akhir untuk penguatan penguasaan strategi heuristik diajukan pertanyaan "langkah apa saja yang Anda lakukan tadi?"

KESIMPULAN

Pemecahan masalah adalah suatu kemampuan yang harus dikuasai oleh siswa, seiring dengan perubahan paradigma pembelajaran matematika, pemecahan masalah telah menjadi bagian dari tujuan pembelajaran matematika dalam kurikulum saat ini.

Pemecahan masalah memiliki dimensi tujuan, proses dan kemampuan dasar. Sebagai tujuan, pemecahan masalah merupakan tujuan utama dari pembelajaran matematika. Sebagai proses, pemecahan masalah adalah suatu proses berpikir untuk menemukan solusi dari masalah. Sedangkan sebagai kemampuan dasar, pemecahan masalah dapat dan harus dipelajari oleh siswa sebagai kemampuan dasar baik dalam matematika maupun sebagai bagian dari kehidupan masyarakat.

Dalam dimensi proses, pemecahan masalah adalah suatu proses berpikir yang berupa tahapan-tahapan yang disebut heuristik. Heuristik adalah suatu tahapan berpikir yang membantu pemecah masalah untuk menemukan solusi dari masalah. Sebagai bagian dari pemecahan masalah, heuristik dapat dipelajari oleh siswa secara bertahap sebelum dapat

menggunakannya secara lengkap dalam proses pemecahan masalah.

Kemampuan siswa dalam menguasai heuristik pemecahan masalah akan lebih meningkat, terhadap kemampuan siswa dalam pemecahan masalah.

Pembelajaran heuristik dapat dilakukan secara individual, kelompok maupun klasikal. Namun pembelajaran heuristik lebih baik dilakukan dalam kelompok-kelompok kecil agar terjadi diskusi dan tukar pikiran antara sesama siswa selama diberikan tugas untuk memecahkan soal terutama dalam tahap latihan.

Penggunaan strategi heuristic ; yaitu dengan pemberian petunjuk untuk langkah penyelesaian masalah dapat meningkatkan hasil/ kinerja mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Hoon, T.S, Singh, P., Han, C.T., Kee, K.L.,(2013). *Heuristic approach experience in solving mathematical problems*. Educational Research Vol. 4(8) pp. 607-611, August, 2013.
- Hoon,T.S, Kee,K.L., Singh, P.(2013) .*Learning Mathematics Using Heuristic Approach*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 90 (2013) 862 – 869
- Koichu,B., Berman, A., And Moore, M. (2014).*The effect of promoting heuristic literacy on the mathematical aptitude of middle-school students*. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. <http://www.tandfonline.com/loi/tmes20>
- Kuhlemann, S. (2016). Heuristic Strategies Prospective Teachers Use In Analysing Students' Work. Retrieved from <http://ceme8.metu.edu.tr/wgpapers/WG17/WG17>
- Scoenfeld, Alan H. (1980). Heuristik in the Classroom, dalam Krulik, S. dan Reys, Robert, E. (Eds). *Problem Solving in School Mathematic*. Virginia : NCTM.
- Sickafus, Ed.(2004). *Heuristics for Solving Technical Problem : Theory, Derivation, Application*. Grosse Ile : Ntelleck LLC.
- Yeun Siew, J. T., HEDBERG, J., & LIOE, L. T. (2011). *A Metacognitive Approach to Support Heuristic Solution of Mathematical Problems*. 1-9.