**RINGKASAN HASIL PENGABDIAN TH 2018**

**SUMBER DANA BOPTN**

Pelatihan Model Solusi Persamaan Diferensial Biasa dengan Deret Pangkat

untuk Menyelesaikan Persoalan Fungsi Khas Bagi Mahasiswa Tadris Fisika

UIN Mataram.

**(**Marzuki1)dan Marliadi Susanto1)**)**

1)Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataran, Jalan Majapahit No.62 Mataram 83125

**Abstrak**

Dalam mengkaji persoalan-persoalan fisika tingkat tinggi, kemampuan matematika menjadi suatu keharusan. Seperti misalnya dalam menyelesaikan persamaan Schrodinger atom hidrogen pada kuliah fisika kuantum, akan muncul persoalan-persoalan yang dalam matematika disebut fungsi khas (*special function*), seperti fungsi Bessel maupun fungsi Legendre. Kedua bentuk fungsi ini muncul sebagai akibat munculnya bentuk persamaan yang dikenal dengan nama persamaan diferensial Bessel dan persamaan diferensial Legendre dalam pencarian solusi persamaan schrodinger tersebut. Tidak mudah untuk menyelesaikan persamaan ini dengan analisis matematika sederhana. Persoalan- persoalan seperti ini memerlukan suatu bentuk solusi lain, seperti yang dikenal dengan deret pangkat (*power series*). Dipilihnya Tadris Fisika UIN Mataram sebagai mitra, oleh karena mahasiswanya kebanyakan berasal dari lulusan Madrasah Aliyah (MA), yang mana kedalaman matematikanya tidak sebaik mahasiswa lulusan SMA, walaupun hal ini tidak sepenuhnya benar. Pendekatan atau metode yang digunakan meliputi: ceramah interaktif terkait materi pelatihan serta pola pembimbingan dalam menyelesaikan LKM berbasis inkuiri. Temuan yang didapatkan adalah bahwa umumnya mahasiswa mengalami kesulitan dalam mendiferensialkan fungsi, merumuskan bentuk umum dari suatu pola deret pangkat, menentukan koefisien-koefisien deret pangkat, serta menentukan fungsi yang diperoleh setelah koefisien-koefisien deret pangkat ditemukan. Mengatasi kesulitan-kesulitan ini, dirancang materi secara terstruktur dan detail untuk memudahkan mahasiswa memahami konsep serta diharapkan dapat dipelajari secara mandiri. Pemberian contoh diselesaikan dengan tahapan yang jelas agar dapat menuntun mahasiswa untuk sampai pada jawaban akhirnya. Kepada mahasiswa diberikan beberapa soal agar lebih memperkuat pemahaman mereka. Sebelum kegiatan pengabdian, mahasiswa juga diinformasikan materi yang akan dibahas, agar saat kegiatan mereka memiliki pemahaman awal tentang materi yang diberikan.

(Kata kunci**: persamaan diferensial**, **deret pangkat, fungsi khas)**

1. **Latar Belakang**

Dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan fisika tingkat tinggi seperti misalnya solusi persamaan Schrodinger atom hidrogen dalam kuliah fisika kuantum, akan muncul persoalan-persoalan yang spesifik, yang dalam matematika disebut fungsi khas (*special function*), seperti fungsi Bessel maupun fungsi Legendre. Kedua bentuk fungsi ini muncul sebagai solusi dari yang dikenal dengan nama persamaan diferensial Bessel dan persamaan diferensial Legendre (Boas, M.L., 1983). Kedua persamaan diferensial ini termasuk ke dalam jenis persamaan diferensial biasa orde dua. Tidak mudah untuk menyelesaikan persamaan ini dengan analisis matematika sederhana. Persoalan- persoalan seperti ini memerlukan suatu bentuk solusi yang lain, seperti yang dikenal dengan deret pangkat (*power series*).

Deret pangkat merupakan jenis deret takhingga. Secara umum, bentuk deret pangkat seperti berikut ini (Boas, M.L., 1983): , dengan adalah suatu bilangan tetap, dan merupakan suatu variabel. Dengan bantuan deret pangkat ini disertai kemampuan matematis yang relevan, mahasiswa dapat menyelesaikan berbagai bentuk persamaan diferensial yang relatif lebih rumit, yang nantinya bermanfaat dalam menyelesaikan persoalan-persoalan fungsi khas.

Ada beberapa jenis fungsi yang digolongkan ke dalam fungsi khas, tidak hanya yang disebutkan di atas. Adapun fungsi-fungsi lainnya adalah seperti fungsi Hermite, fungsi Laguarre, dan sebagainya (Arfken, G. 1970). Model-model fungsi ini sangat penting di dalam menyelesaikan persoalan-persoalan fisika maupun matematika tingkat tinggi. Mengingat urgensinya, fungsi khas dalam bidang matematika (khususnya di FMIPA UNRAM) merupakan satu matakuliah tersendiri dengan bobot 2 sks, sedangkan dalam bidang fisika, secara khusus dibahas dalam matakuliah Fisika Matematika (Fismat).

Deret pangkat juga bermanfaat dalam mengekspansi sebuah fungsi dalam bentuk deret, yaitu Deret Taylor atau Deret Maclaurin (Wospakrik, H.J. 1993). Berdasarkan uraian taylor atau maclaurin ini, dapat diekspansikan fungsi-fungsi yang sudah lazim bagi mahasiswa, seperti fungsi trigonometri, fungsi hiperbolik, fungsi eksponensial, dan sebagainya. Ungkapan fungsi dalam uraian taylor akan memberikan suatu hubungan-hubungan yang unik, seperti misalnya ungkapan fungsi trigonometri: ; ataupun , dan fungsi-fungsi hiperbolik seperti: dan , dan sebagainya (Rosdiana, 2004). Hubungan ini sangat bermanfaat dalam penyelesaikan model-model integrasi yang tak lumrah.

Persoalan mengenai solusi persamaan diferensial bagi kebanyakan mahasiswa bukan hal mudah, baik pada mahasiswa fisika maupun matematika. Dibutuhkan kemampuan konsep matematika yang cukup memadai bila ingin mengkajinya secara tuntas dan mendalam (*meaningful and mastery learning*). Oleh karena itu, agar pemahaman mahasiswa menjadi lebih komprehensif tentang hal ini, dibutuhkan waktu yang secara sengaja dirancang guna memperdalam solusi persamaan diferensial ini dalam bentuk pelatihan.

Dipilihnya Tadris Fisika UIN Mataram sebagai mitra oleh karena kebanyakan mahasiswa di sana berasal dari lulusan Madrasah Aliyah (MA), yang mana sudah menjadi rahasia umum bahwa kedalaman matematikanya sewaktu di MA tidak sebaik di SMA. Hal ini tentu menjadi masalah tersendiri, yang juga diakui oleh dosen fisika di sana dalam suatu perbincangan secara informal. Matakuliah Fismat menjadi “momok” bagi mahasiswa di sana, walaupun sebenarnya juga bagi mahasiswa fisika di FMIPA dan FKIP Unram.

1. **Tujuan dan Manfaat**

Tujuan pelatihan ini adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam bagi mahasiswa UIN Mataram tentang bagaimana menyelesaikan suatu persamaan diferensial dengan bantuan deret pangkat, sehingga diharapkan dapat mengurangi kesulitan mereka dalam mempelajari materi-materi selanjutnya yang lebih tinggi. Di samping itu juga memberikan pemahaman tentang bagaimana kiat-kiat belajar yang semestinya harus dilakukan agar mereka tidak mengalami kesulitan dalam mempelajari materi-materi Fisika Matematika secara mandiri, tanpa harus selalu mengharapkan bantuan dari dosen.

Secara eksplisit tujuan kegiatan ini adalah untuk membantu mahasiswa mengatasi kesulitan dalam hal-hal:

1. bagaimana mendiferensialkan fungsi
2. bagaimana merumuskan bentuk umum dari suatu pola deret pangkat dalam bentuk notasi sigma
3. bagaimana menentukan koefisien-koefisien deret pangkat, serta
4. bagaimana menentukan fungsi yang diperoleh setelah koefisien-koefisien deret pangkat ditemukan.

Sedangkan manfaatnya adalah dengan memiliki pemahaman menyelesaikan persamaan diferensial dengan deret pangkat ini akan mempermudah mahasiswa mendiferensiasi ataupun mengintegralkan suatu fungsi yang tidak lumrah, serta mampu menyelesaikan persoalan fungsi khas secara lebih mendalam, yang mana hal ini sangat penting dalam mengkaji persoalan fisika tingkat tinggi. Dengan demikian diharapkan nantinya bekal kemampuan ini akan mengurangi kesulitan belajar mahasiswa.

1. **Analisis Hasil Kegiatan**

Dalam kegiatan pengabdian ini materi yang diberikan meliputi deret pangkat, uraian Taylor/ Maclaurin suatu fungsi, bilangan kompleks, ungkapan fungsi-fungsi trigonometri dan hiperbolik dalam bentuk eksponensial, hubungan fungsi trigonometri dan fungsi hiperbolik, serta aplikasi dalam persoalan-persoalan sederhana. Materi ini telah diupayakan disusun secara terstruktur dan gamblang agar mudah difahami oleh mahasiswa terutama pada saat belajar secara mandiri.

Pada prinsipnya terdapat dua jenis kegiatan yang dilatihkan kepada mahasiswa dalam pengabdian ini, yaitu meliputi 1) mengekspansi fungsi dalam bentuk deret pangkat serta contoh aplikasinya dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan sederhana, dan 2) menyelesaikan persamaan diferensial biasa (PDB) dengan bantuan deret pangkat.

Dalam hal yang *pertama*, secara lebih rinci kemampuan yang dilatih kepada mahasiswa, antara lain:

1. kemampuan mendiferensialkan fungsi,
2. menuliskan deret dalam bentuk notasi sigma, seperti misalnya

1. mengekspansikan fungsi dalam bentuk deret pangkat dengan bantuan deret Taylor , ataupun bantuan deret Maclaurin ,
2. memahami konsep dasar bilangan kompleks ( ; dan seterusnya),
3. membentuk ungkapan secara eksponen dari fungsi-fungsi trigonometri yang sudah umum ( dan dan fungsi-fungsi hiperbolik , serta hubungan antara kedua set fungsi tersebut yaitu dan , serta
4. mengaplikasikan hubungan atau ungkapan-ungkapan yang diperoleh dalam menyelesaikan persoalan-persoalan matematika sederhana, seperti misalnya dalam menyelesaikan soal integral bentuk

, dan bentuk-bentuk integral tak lumrah lainnya.

Dalam bagian yang *kedua*, kegiatan yang dilakukan dapat dirinci sebagai berikut:

1. mengambil bentuk umum PDB dalam deret pangkat, yaitu:

1. Melakukan diferensiasi beberapa kali terhadap bentuk tersebut (menurut kebutuhan)
2. Mensubstitusi hasil diferensiasi tersebut ke dalam persoalan untukl menemukan koefisien-koefisien dari deret pangkat (
3. Memasukkan koefisien-koefisien yang diperoleh ke dalam ungkapan umum PDB, yang pada akhirnya akan didapat solusi yang diharapkan.
4. Untuk mengecek kebenaran dari jawaban yang diperoleh, dapat dilakukan dengan cara mensubstitusi jawaban tersebut ke dalam persoalan awal.
5. Memberikan beberapa contoh penyelesaian untuk memperkuat pemahaman mahasiswa.

Dalam kedua jenis kegiatan ini ditemukan sejumlah hal yang menjadi kendala mendasar, antara lain: sebagian besar mahasiswa bermasalah dalam mendiferensialkan fungsi, kurang faham dengan bagaimana mengungkapkan deret dalam bentuk notasi sigma, kurang memahami fungsi kompleks, dan beberapa kelemahan lainnya yang tidak bisa diungkapkan secara rinci. Mengatasi kesulitan-kesulitan ini, dirancang materi secara terstruktur dan detail untuk memudahkan mahasiswa memahami konsep serta diharapkan dapat dipelajari secara mandiri. Pemberian contoh juga diselesaikan dengan tahapan yang jelas agar dapat menuntun mahasiswa untuk sampai pada jawaban akhirnya. Kepada mahasiswa juga diberikan beberapa soal untuk dikerjakan agar lebih memperkuat pemahaman mereka khususnya pada materi deret pangkat. Sebelum kegiatan pengabdian dilaksanakan, kepada mahasiswa juga diinformasikan melalui kaprodinya materi yang akan dibahas, dengan harapan mereka mempelajarinya terlebih dahulu agar pada saat kegiatan mereka memiliki pemahaman awal tentang materi yang diberikan.

Masalah mendasar lainnya yang menjadi temuan adalah bahwa di Tadris Fisika UIN Mataram matakuliah Fisika Matematika (Fismat) hanya diberikan dalam satu semester saja dengan jumlah SKS sebanyak 3 sks. Sedangkan di UNRAM atau di perguruan tinggi besar lainnya di luar sana, Fismat diberikan dalam 2 mata kuliah, yaitu Fismat 1 dan Fismat 2, dengan jumlah SKS yang lebih besar yaitu masing-masing 4 sks. Dengan adanya fakta ini maka kegiatan pengabdian yang dilakukan di Tadris Fisika UIN Mataram menjadi sangat bermanfaat khususnya bagi mahasiswa di sana untuk menambah pengetahuan mereka. Hal ini juga diakui oleh Ketua Program studi Tadris Fisika di sana, serta berharap kegiatan semacam ini dapat terus dilakukan secara berkesinambungan, dalam rangka membantu mahasiswa mendapatkan tambahan pengetahuan khususnya dalam hal materi Fismat yang memang diakuinya masih sangat kurang.

1. **Simpulan dan Saran**

**D.1 Simpulan**

Berdasarkan keseluruhan uraian yang telah disampaikan, maka beberapa hal yang dapat disimpulkan, antara lain:

1. Pada prinsipnya terdapat dua jenis kegiatan yang dilatihkan kepada mahasiswa dalam pengabdian ini, yaitu meliputi 1) mengekspansi fungsi dalam bentuk deret pangkat serta contoh aplikasinya dalam menyelesaikan suatu permasalahan sederhana, dan 2) menyelesaikan persamaan diferensial biasa (PDB) dengan bantuan deret pangkat. Mengatasi kesulitan-kesulitan yang dialami mahasiswa dalam mempelajari materi pelatihan, diatasi dengan merancang materi sedemikian rupa sehingga memudahkan mahasiswa memahami konsep serta diharapkan dapat mempelajarinya secara mandiri.
2. Pemberian contoh diselesaikan dengan tahapan yang jelas agar dapat menuntun mahasiswa untuk sampai pada jawaban akhirnya.
3. Kepada mahasiswa juga disuguhkan beberapa soal untuk dikerjakan agar lebih memperkuat pemahaman mereka khususnya pada materi deret pangkat.
4. Sebelum kegiatan pengabdian dilaksanakan, kepada mahasiswa juga diinformasikan melalui kaprodinya materi yang akan dibahas dengan harapan mereka mempelajarinya terlebih dahulu agar mereka memiliki pengetahuan awal tentang materi pelatihan.
5. Secara umum para mahasiswa sangat senang dengan kegiatan ini karena banyak mendapatkan cara-cara baru dalam menyelesaikan permasalahan matematika *tak lumrah* yang banyak dibutuhkan dalam belajar materi fisika lebih lanjut.
6. Bagi staf dosen juga menilai kegiatan semacam ini merupakan ajang silaturrahim akademisi yang sangat bermanfaat.

**D.2 Saran**

Melihat antusiasme para mahasiswa dan juga dosen dalam mengikuti kegiatan pengabdian ini serta manfaatnya yang sangat besar, maka diharapkan kegiatan ini memiliki keberlanjutan di masa-masa mendatang. Kegiatan semacam ini juga diharapkan dapat dilakukan untuk materi ataupun mata kuliah yang lainnya serta di perguruan tinggi yang berbeda.

Kepada perguruan tinggi mitra, kekurangan SKS khususnya pada mata kuliah Fismat yang jumlahnya sangat jauh berbeda dengan di perguruan tinggi lainnya membuat cakupan materi yang diperoleh mahasiswa menjadi sangat kurang, sehingga perlu dilakukan langkah-langkah antisipatif yang signifikan untuk mengatasi permasalahan krusial ini demi memenuhi kompetensi minimal bagi seorang sarjana fisika.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Arfken, G. (1970). *Mathematical Methods for Fhysicist.* London: Academic Press, Inc.
2. Boas, M.L. (1983) *Mathematical Methods in the Fhysycal Science*. Second Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
3. Rosdiana, dkk. (2004). *Matematika Fisika I,II.* Common Textbook (Edisi Revisi).

Jurusan Pendidikan Fisika, FPMIPA UPI.

1. Wospakrik, H.J. (1993). *Dasar-dasar Matematika untuk Fisika II.* Jurusan Fisika ITB.