

PENGEMBANGAN SOFTWARE PEMOGRAMAN BERBASIS PASCAL UNTUK MENGOPTIMALKAN PERKULIAHAN METODE NUMERIK

DEVELOPMENT A PROGRAMMING SOFTWARE BASED ON PASCAL TO OPTIMIZE THE IMPLEMENTATION OF THE NUMERICAL METHOD'S CLASS

¹⁾Atma Murni

¹⁾Dosen Pendidikan Matematika FKIP Universitas Riau
Email: murni_atma@yahoo.co.id

ABSTRACT

This research aims to develop a programming software based on Pascal to optimize the implementation of the Numerical Method's class. Programming can be used by students to check some calculations that have been done manually and solve complex problems which can't be solved analytically. This study involved students who have entered the Numerical Method's class in odd semester batch 2013/2014 (20 students) to design the program and other students who have entered the Numerical Method's class in odd semester batch 2014/2015 (58 students) to use that program in class. This research tool is the Pascal programming module, the module algorithm of numerical method, and the observation's sheet during class. Research produces a programming software based on Pascal as much as 18 pieces including: (1) The Bisection Method; (2) The Method of False Position; (3) Newton Raphson Method; (4) Secant Method; (5) Modification of The N-R Method for Polynomial; (6) Naive Gaussian Elimination; (7) Gaussian Elimination with Partial Pivoting; (8) The Doolittle Decomposition; (9) The Crout Decomposition; (10) The Cholesky Decomposition; (11) Jacobi iteration; (12) Gauss Seidel iteration; (13) Newton's Divided Difference Interpolation; (14) Newton's Forward Interpolation; (15) Newton's Backward Interpolation; (16) Lagrange's Interpolation; (17) Trapezoidal Rule; and (18) Simpson's Rule.

Keywords: *Pascal-based programming, Numerical Method, Algorithm.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan *software* pemograman berbasis Pascal untuk mengoptimalkan pelaksanaan perkuliahan Metode Numerik. Pemograman tersebut dapat digunakan mahasiswa untuk mengecek beberapa perhitungan yang telah dilakukan secara manual dan menyelesaikan masalah rumit yang tidak dapat diselesaikan secara analitis. Penelitian ini melibatkan mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah Metode Numerik pada semester ganjil 2013/2014 sebanyak 20 orang untuk merancang pemograman dan mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Metode Numerik pada semester ganjil 2014/2015 sebanyak 58 orang untuk memanfaatkan pemograman dalam perkuliahan. Instrumen penelitian ini adalah modul pemograman Pascal, modul algoritma dari metode-metode numerik, dan lembar pengamatan perkuliahan. Penelitian menghasilkan *software* pemograman berbasis Pascal sebanyak 18 buah meliputi: (1) Metode Bagi Dua; (2) Metode Posisi Palsu; (3) Metode Newton Raphson; (4) Metode Secant; (5) Modifikasi Newton Raphson untuk Polinom; (6) Eliminasi Gauss Naif; (7) Eliminasi Gauss dengan Pivoting Parsial; (8) Dekomposisi Doolittle; (9) Dekomposisi Crout; (10) Dekomposisi Cholesky; (11) Iterasi Jacobi; (12) Iterasi Gauss Seidel; (13) Interpolasi Beda Terbagi Newton; (14) Interpolasi Beda Maju Newton; (15) Interpolasi Beda Mundur Newton; (16) Interpolasi Lagrange; (17) Aturan Trapesium (*Trapezoidal Rule*); dan (18) Aturan Simpson (*Simpson Rule*).

Kata kunci: Pemograman berbasis Pascal, Metode Numerik, Algoritma

1. PENDAHULUAN

Mata Kuliah Metode Numerik dengan kode KPL 11024 merupakan mata kuliah wajib yang diikuti mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika pada semester lima. Dalam mengikuti mata kuliah ini mahasiswa memiliki beban 3 SKS. Setelah mempelajari mata kuliah ini diharapkan mahasiswa memiliki kompetensi: (1) memiliki pemahaman intuitif mengenai beberapa metode numerik untuk masalah-masalah dasar dalam matematika; (2) menguasai konsep galat, menganalisis dan menaksirnya; (3) mengembangkan pengalaman dalam mengimplementasikan metode numerik dengan menggunakan komputer.

Metode Numerik (*Numerical Methods*) merupakan mata kuliah yang mengkaji tentang penyelesaian masalah matematis yang tidak dapat diselesaikan secara analitis. Metode numerik adalah teknik-teknik yang digunakan untuk memformulasikan masalah matematis agar mereka dapat dipecahkan dengan operasi hitung [1] dan [2]. Semua metode numerik mencakup sejumlah besar perhitungan yang menjemukan .

Beberapa alasan pentingnya metode numerik dipelajari di jenjang perguruan tinggi, yaitu sebagai berikut [1].

- a. Metode numerik merupakan alat pemecahan masalah yang sangat ampuh. Metode numerik mampu menangani sistem persamaan linear, ketaklinearan, dan geometri yang rumit dan lazim dalam praktek rekayasa serta seringkali tidak mungkin dipecahkan secara analitis. Dengan demikian, metode numerik sangat mempertinggi keterampilan dalam pemecahan masalah.
- b. Banyak program komputer yang tersedia secara komersial yang melibatkan metode-metode numerik, tetapi banyak masalah matematis yang tidak dapat diselesaikan memakai program paket. Jika mahasiswa terbiasa dengan metode numerik dan mahir dalam pemograman komputer maka mahasiswa mampu merancang program sendiri untuk memecahkan masalah tanpa harus membeli perangkat lunak yang mahal.
- c. Metode numerik adalah sarana yang efisien untuk mempelajari pemakaian komputer pribadi. Kita semua mengetahui bahwa cara yang efektif untuk belajar pemograman komputer adalah dengan menuliskan program-program komputer tersebut dengan benar. Karena metode numerik hampir sebagian besar dirancang untuk diterapkan pada komputer maka metode numerik sangat ideal untuk keperluan ini.
- d. Metode numerik menyediakan suatu sarana untuk memperkuat pengertian matematika. Karena salah satu kegunaan metode numerik adalah menyederhanakan matematika yang lebih tinggi menjadi operasi-operasi matematika yang mendasar

maka metode-metode numerik langsung menangani seluk beluk beberapa topik lain yang sebelumnya kurang jelas.

Merujuk pada [1], [3], [4], [5], dan [6], materi yang dibahas adalah: (1) galat dan algoritma; (2) akar persamaan tak linear; (3) sistem persamaan linear (SPL); (4) interpolasi; dan (5) integral numerik. Metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan tak linear adalah metode: (1) Bagi Dua; (2) Posisi Palsu; (3) Newton Raphson; (4) Secant; dan (5) Modifikasi Newton Raphson untuk Polinom. Metode numerik untuk menyelesaikan SPL adalah: (1) Eliminasi Gauss Naif; (2) Eliminasi Gauss dengan Pivoting Parsial; (3) Dekomposisi Doolittle; (4) Dekomposisi Crout; (5) Dekomposisi Cholesky; (6) Iterasi Jacobi; dan (7) Iterasi Gauss Seidel. Untuk menyelesaikan interpolasi digunakan metode numerik: (1) Interpolasi Beda Terbagi Newton; (2) Interpolasi Beda Maju Newton; (3) Interpolasi Beda Mundur Newton; dan (4) Interpolasi Lagrange. Untuk menyelesaikan integral numerik digunakan metode numerik: (1) Aturan Trapesium (*Trapezoidal Rule*) dan (2) Aturan Simpson (*Simpson Rule*). Untuk mendapatkan algoritma setiap metode numerik terlebih dahulu dilakukan pembahasan materi matematika yang didasari oleh materi Kalkulus Diferensial, Kalkulus Integral, dan Aljabar Linear.

Dengan adanya perkembangan komputer digital yang cepat dan berdayaguna maka peranan metode numerik dalam pemecahan masalah juga semakin meningkat. Metode numerik mampu menangani sistem persamaan linear yang sangat besar, ketaklinearan, serta geometri yang rumit dan seringkali tidak mungkin dipecahkan secara analitis. Oleh sebab itu, mata kuliah Metode Numerik selalu wajib ada dalam struktur kurikulum Pendidikan Matematika semenjak *Basic Science* 1991. Saat ini kurikulum berbasis KKNi juga menghadirkan Metode Numerik sebagai salah satu mata kuliah wajib yang dapat bermanfaat bagi calon guru matematika sebagai bekal pengetahuan materi matematika sekolah dan mengikuti pendidikan lanjut.

Penyelesaian secara numeris adalah penyelesaian masalah matematika menggunakan metode numerik dan menghasilkan selesaian berupa hampiran. Tahap-tahap penyelesaian numeris adalah sebagai berikut: (1) pemodelan; (2) pemilihan metode numerik (algoritma); (3) menterjemahkan algoritma ke dalam bahasa pemrograman; (4) melakukan operasi, dokumentasi, dan perawatan program; dan (5) penafsiran hasil program. Dari semua materi yang dibahas dalam perkuliahan dan telah dinyatakan di atas, dihasilkan 18 algoritma yang harus diterjemahkan ke salah satu bahasa pemrograman. Hal ini harus dilakukan untuk mengatasi perhitungan yang kompleks, rumit, dan menjemukan.

Kendala yang dialami selama ini, mahasiswa mengalami kesulitan melakukan penyelesaian masalah numeris mulai dari tahap tiga. Hal ini disebabkan mahasiswa belum memiliki kompetensi yang baik dalam menterjemahkan algoritma ke dalam bahasa pemrograman. Dengan demikian, tujuan perkuliahan belum tercapai secara optimal.

Untuk mengatasi permasalahan yang dialami dalam perkuliahan Metode Numerik perlu dirancang pemrograman yang menterjemahkan setiap algoritma yang telah dirumuskan dalam perkuliahan. Pemrograman tersebut dapat digunakan mahasiswa untuk mengecek beberapa perhitungan yang telah dilakukan secara manual dan dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah rumit yang tidak dapat diselesaikan secara analitis dalam berbagai bentuk mulai dari yang sederhana sampai pada yang kompleks.

Jika dalam perkuliahan dengan beban 3 SKS mahasiswa diberi tugas merancang program maka semua materi perkuliahan tidak dapat dipelajari mahasiswa secara tuntas. Oleh sebab itu melalui penelitian ini perlu dirancang *software* berupa pemrograman berbasis Pascal untuk setiap algoritma dari semua topik.

Pascal merupakan bahasa pemrograman komputer tingkat tinggi (*high level language*) dan orientasinya pada segala tujuan [7]. Sebagai bahasa yang terstruktur, program Pascal tersusun atas sejumlah blok. Blok-blok yang kecil selanjutnya dapat dipakai untuk membuat blok yang lebih besar, dan secara keseluruhan membentuk program kerja. Hal ini memberikan kemudahan bagi programmer dalam membuat, mengembangkan, dan memahami program.

Struktur dari suatu program Pascal terdiri dari sebuah judul program dan suatu blok program atau badan program. Secara ringkas, struktur suatu program Pascal dapat terdiri dari: (1) judul program; dan (2) blok program. Judul program terdiri dari: (1) bagian deklarasi; dan (2) bagian pernyataan. Bagian deklarasi terdiri dari: (1) deklarasi label; (2) deklarasi konstanta; (3) deklarasi tipe; (4) deklarasi variabel; (5) deklarasi prosedur; dan (6) deklarasi fungsi.

Pembuatan program Pascal dilakukan oleh mahasiswa angkatan 2011 yang telah mengikuti mata kuliah Metode Numerik pada semeser ganjil 2013/2014 sebanyak 20 orang. Dalam perkuliahannya mereka sudah memiliki pengalaman dan kompetensi dalam menyusun algoritma setiap topik dari metode numerik. Program Pascal yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengoptimalkan pelaksanaan perkuliahan Metode Numerik bagi mahasiswa angkatan berikutnya yaitu mulai dari mahasiswa angkatan 2012 pada semester ganjil 2014/2015.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yaitu menghasilkan *software* pemograman berbasis Pascal untuk dipergunakan dalam perkuliahan Metode Numerik. Selain itu juga merupakan penelitian eksplanasi yaitu mendeskripsikan aktivitas mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan dengan memanfaatkan *software* pemograman berbasis Pascal. Metode penelitian pengembangan (*research and development*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk dan menguji keefektivan produk [8].

Penelitian ini melibatkan dua kelompok mahasiswa yaitu mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah Metode Numerik pada semester ganjil 2013/2014 sebanyak 20 orang dan mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Metode Numerik pada semester ganjil 2014/2015 sebanyak 58 orang. Mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah Metode Numerik akan dilibatkan merancang pemograman Pascal, sedangkan mahasiswa yang mengikuti matakuliah Metode Numerik pada semester ganjil 2014/2015 terlibat memanfaatkan program Pascal yang telah dirancang.

Instrumen penelitian ini adalah modul pemograman Pascal, modul algoritma dari metode-metode numerik, dan lembar pengamatan perkuliahan. Data kualitatif yang diperoleh dari hasil pengamatan dan wawancara tentang aktivitas mahasiswa dan dosen pada penelitian ini dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif mengikuti langkah-langkah: (1) menyajikan rekapitulasi data hasil pengamatan dan wawancara dalam bentuk narasi setiap pertemuan; dan (2) menginterpretasikan data rekapitulasi hasil pengamatan dan wawancara.

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap kegiatan yaitu: (1) tahap persiapan; (2) tahap implementasi kegiatan penelitian; dan (3) tahap analisis data dan penulisan laporan hasil penelitian. Kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut: (1) menyiapkan bahan pelatihan berupa modul pemograman Pascal dan modul algoritma dari metode-metode numerik; (2) menyiapkan instrumen lembar pengamatan; dan (3) menentukan jadwal pelatihan pemograman pascal. Tahap implementasi kegiatan penelitian meliputi: (1) memberikan pelatihan pemograman Pascal terhadap 20 orang mahasiswa Pendidikan Matematika angkatan 2011 yang telah mengikuti mata kuliah Metode Numerik pada semester ganjil 2013/2014; (2) menugaskan mahasiswa secara berpasangan menyusun program Pascal terkait algoritma metode-metode numerik yang difasilitasi peneliti; dan (3) mendiskusikan program Pascal yang telah disusun melalui presentasi dan diskusi kelompok difasilitasi peneliti; (4) menerapkan program Pascal dalam berbagai permasalahan metode numerik yang relevan dan melakukan uji coba terbatas di kalangan mahasiswa perancang program; (5) menggunakan program Pascal

dalam perkuliahan Metode Numerik yang diikuti mahasiswa Pendidikan Matematika angkatan 2012 pada semester ganjil 2014/2015; dan (6) mengamati aktivitas mahasiswa Pendidikan Matematika angkatan 2012 dalam mengikuti perkuliahan Metode Numerik pada semester ganjil 2014/2015. Tahap analisis data dan penulisan laporan hasil penelitian meliputi: (1) mendokumentasikan *software* pemrograman Pascal yang telah disusun; (2) menganalisis dan membuat kesimpulan dari data yang diperoleh sehingga diperoleh temuan-temuan penelitian; dan (3) menyusun laporan penelitian.

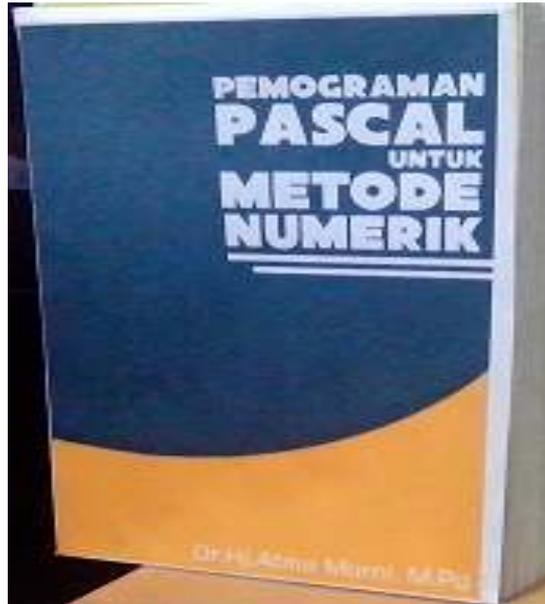
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemrograman berbasis Pascal yang dihasilkan sebanyak 18 buah dari semua topik yang diberikan dalam perkuliahan. Perancangan berawal dari menterjemahkan setiap algoritma ke bahasa pemrograman Pascal. Program berbasis Pascal yang dirancang memuat sebuah judul program dan suatu blok program atau badan program. Program yang telah dirancang digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan metode numerik. Tiap program hasil rancangan rata-rata membutuhkan empat halaman ketikan *Microsoft Word*.

Semua algoritma dan program dapat dilihat dan digunakan melalui CD. Selain itu juga didokumentasikan dalam bentuk buku. Foto CD dan buku dalam artikel ini dapat disajikan melalui gambar berikut.



Gambar 1. CD Pemrograman Pascal untuk Metode Numerik



Gambar 2. Buku Pemograman Pascal untuk Metode Numerik

Pengembangan pemograman berbasis Pascal dilakukan oleh mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah Metode Numerik pada semester ganjil 2013/2014 melalui langkah-langkah berikut: (1) mahasiswa diberikan materi tentang pemograman Pascal; (2) mahasiswa secara berpasangan menterjemahkan algoritma setiap metode ke dalam bahasa pemograman sehingga setiap pasangan mendapat tugas menyusun dua buah program; (3) setiap pasangan mempresentasikan dan mendiskusikan program dan hasil program yang bertujuan untuk dapat menghasilkan program yang siap pakai; (4) program yang dihasilkan diujicobakan secara terbatas melalui pengujian berbagai permasalahan metode numerik oleh mahasiswa perancang program.

Program yang telah dirancang dimanfaatkan oleh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Metode Numerik pada semester ganjil 2014/2015 sebanyak 58 orang yang terdiri dari kelas A sebanyak 20 orang dan kelas B sebanyak 38 orang. Program dapat dijalankan untuk berbagai input yang diinginkan. Mahasiswa dapat mengecek hasil perhitungan dari galat yang kecil sampai galat yang besar. Perkuliahan Metode Numerik meliputi lima topik utama dan topik yang membutuhkan perhitungan iteratif sebanyak empat yaitu: (1) akar persamaan tak linear; (2) sistem persamaan linear; (3) interpolasi; dan (4) integral numerik.

Topik Akar Persamaan Tak Linear membahas metode penyelesaian akar persamaan tak linear yang meliputi materi: (1) lokalisasi akar; (2) metode bagi dua; (3) metode posisi palsu; (4) metode Newton Raphson; (5) metode Secant; dan (5) modifikasi Newton Raphson untuk polinom. Perkuliahan berlangsung sebanyak empat kali pertemuan dan membahas: cara kerja setiap metode, menemukan rumus yang

diperlukan, melakukan serangkaian perhitungan yang kompleks secara manual menggunakan kalkulator, menyusun algoritma, dan menyelesaikan berbagai permasalahan persamaan tak linear menggunakan pemrograman Pascal. Perhitungan melalui pemrograman berbasis Pascal membuat mahasiswa dapat melakukan berbagai perhitungan dalam waktu yang singkat. Mahasiswa dapat mengecek kebenaran perhitungan yang telah dilakukannya secara manual, dan melakukan perhitungan dengan galat yang bervariasi mulai dari galat yang besar sampai yang sekecil-kecilnya. Dengan adanya pemrograman berbasis Pascal perhitungan yang menjemukan dapat teratasi sehingga mahasiswa memiliki pengalaman dan kompetensi baik secara manual maupun secara praktis dalam menyelesaikan permasalahan yang terkait persamaan tak linear.

Konsep yang terkait topik Sistem persamaan linear (SPL) telah diperoleh mahasiswa pada mata kuliah Aljabar Linear [2]. Pada mata kuliah Metode Numerik, mahasiswa diharapkan memiliki kompetensi agar dapat menyelesaikan SPL ukuran besar menggunakan metode langsung dan tidak langsung. Perkuliahan berlangsung sebanyak empat kali pertemuan. Metode langsung meliputi: Eliminasi Gauss dan Dekomposisi Segitiga (Dekomposisi Doolittle, Dekomposisi Crout, dan Dekomposisi Cholesky). Metode tidak langsung meliputi: Iterasi Jacobi dan Gaus Seidel. Kegiatan mahasiswa dalam perkuliahan diawali dengan menyelesaikan SPL secara manual berdasarkan aturan yang telah dibahas pada perkuliahan Aljabar Linear. Berdasarkan perhitungan secara manual, mahasiswa dituntut merancang algoritma yang akan diterjemahkan ke bahasa pemrograman Pascal. Dengan memanfaatkan pemrograman berbasis Pascal mahasiswa dapat mengecek kebenaran perhitungan yang telah dilakukannya secara manual dan dapat melakukan perhitungan untuk SPL berukuran besar. Dengan demikian, perhitungan yang menjemukan dapat teratasi melalui pemanfaatan pemrograman berbasis Pascal. Mahasiswa memiliki pengalaman yang luas dalam mencari solusi SPL berukuran besar.

Topik Interpolasi bertujuan menaksir nilai antara yang berada diantara titik-titik data dan disajikan sebanyak tiga kali pertemuan. Materi yang dibahas meliputi: Interpolasi Beda Terbagi Newton; Interpolasi Beda Maju dan Beda Mundur Newton; dan Interpolasi Lagrange. Perkuliahan dilakukan melalui pembahasan konsep setiap interpolasi, menemukan rumus, melakukan perhitungan, dan menyusun algoritma. Algoritma yang telah disusun dalam perkuliahan, diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman berbasis Pascal. Melalui pemrograman berbasis Pascal yang dirancang dalam penelitian ini mahasiswa dapat menginterpolasi berbagai titik yang diinginkan sehingga mahasiswa dapat melakukan berbagai perhitungan. Dengan demikian mahasiswa lebih mengenal konsep interpolasi dan cara penggunaan yang tepat.

Topik Integral Numerik bertujuan mencari luas permukaan di bawah kurva yang sulit diselesaikan secara analitis. Materi yang dibahas meliputi: Aturan Trapesium dan Aturan Simpson. Perkuliahan berlangsung sebanyak dua kali pertemuan yang diawali dengan pembahasan tentang luas daerah di bawah kurva yang konsepnya telah dibahas pada mata kuliah Kalkulus II, menemukan rumus yang diperlukan, dan menyusun algoritma. Algoritma yang telah dirancang dalam perkuliahan diterjemahkan ke bahasa pemrograman Pascal. Mahasiswa diminta menggunakan program berbasis Pascal dalam menghitung berbagai permasalahan yang terkait dengan luas di bawah kurva menggunakan Aturan Trapesium dan Aturan Simpson. Perhitungan dilakukan mulai dari banyaknya selang paling sedikit sampai banyak selang makin banyak. Mahasiswa dapat lebih meyakini bahwa makin banyak selang yang digunakan maka hampirannya makin mendekati hasil yang sebenarnya. Dengan adanya program Pascal ini mahasiswa dapat melakukan perhitungan dengan cepat untuk berbagai permasalahan yang terkait luas di bawah kurva sehingga mahasiswa dapat memahami materi integral numerik secara komprehensif.

Kendala yang ditemukan diantaranya mahasiswa ada yang tidak memiliki kalkulator atau menggunakan kalkulator *handphone*. Padahal dari awal perkuliahan mahasiswa sudah diberitahu wajib memiliki kalkulator *scientific* dan membawa *lap top* untuk menjalankan pemrograman Pascal. Akibatnya perkuliahan kurang efektif dan efisien. Selain itu mahasiswa belum mengenal pemrograman Pascal sehingga mereka hanya bisa menjalankan program aplikasi. Jika mahasiswa ingin melakukan perhitungan untuk fungsi yang berbeda maka program Pascal perlu diedit terlebih dahulu sehingga memerlukan waktu yang lebih lama. Jika mahasiswa terampil dalam menggunakan program Pascal maka mahasiswa dapat diberikan tugas terstruktur yang terkait dengan pemanfaatan program Pascal dalam melakukan perhitungan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- a. Pemrograman Pascal yang dikembangkan sebanyak 18 buah yaitu: (1) metode bagi dua; (2) metode posisi palsu; (3) metode Newton Raphson; (4) metode Secant; (5) modifikasi Newton Raphson untuk polinom; (6) Eliminasi Gauss Naif; (7) Eliminasi Gauss dengan Pivoting Parsial; (8) Dekomposisi Doolittle; (9) Dekomposisi Crout; (10) Dekomposisi Cholesky; (11) Iterasi Jacobi; (12) Iterasi Gauss Seidel; (13) Interpolasi Beda Terbagi Newton; (14) Interpolasi Beda Maju Newton; (15) Interpolasi Beda Mundur Newton; (16) Interpolasi Lagrange; (17) Aturan Trapesium (*Trapezoidal Rule*); dan (18) Aturan Simpson (*Simpson Rule*). Semua program didokumentasikan dalam sebuah CD dan buku.

- b. Pemrograman Pascal sangat membantu mahasiswa melakukan perhitungan yang rumit dan kompleks sehingga perkuliahan Metode Numerik dapat berjalan optimal.

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan yang telah dikemukakan di atas dapat dikemukakan saran-saran berikut.

- a. Mahasiswa perlu memahami konsep dan terampil dalam penggunaan pemrograman Pascal yang dapat diberikan pada mata kuliah Komputer dan Pemrograman.
- b. Setiap kali tatap muka mahasiswa wajib memiliki kalkulator *scientific* sebagai alat untuk melakukan perhitungan secara manual dan *lap top* untuk menjalankan pemrograman Pascal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Chapra, Steven. C. *Metode Numerik* (terjemahan). Jakarta: Erlangga; 1989.
- [2]. Susila, I. Nyoman. *Dasar-dasar Metode Numerik*. Bandung: Depdikbud; 1993.
- [3]. Atkinson, Kendall E. *Elementary Numerical Analysis*. Iowa: John Wiley & Sons; 1985.
- [4]. Froberg, Carl-Erik. *Introduction to Numerical Analysis.*, Addison-Wesly. Publishing Company; 1974.
- [5]. Mathews, Jhon. H. *Numerical Methods for Mathematics, Science and Engineering*. New Delhi: Prentice-Hall international; 1992.
- [6]. Sastry, S. S. *Introduction Methods of Numerical Analisis*. New Delhi. Prentice-Hall international; 1983.
- [7]. Kadir, A. *Pemrograman Turbo Pascal untuk IBM PC Menggunakan Versi 5.5*. Jakarta: Elex Media Komputindo; 1991.
- [8]. Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta; 2013.