

Penerapan Bahasa Pemrograman Pascal Pada Mata Kuliah Struktur Aljabar Dalam Membuktikan Suatu Grup

Sri Lestari Manurung¹, Aulia Anggun Mutiara², Rukiyah Br Rambe³, Ririn Tri Angraini⁴

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Medan

sri_lestarimanurung@unimed.ac.id¹, auliaanggunmutiara@gmail.com²,
rukiyahbrrambe.03@gmail.com³, triangrainiririn@gmail.com⁴

ABSTRACT; *This research aims to test the effectiveness of a Pascal program in checking whether a set of integers forms a group with a specific binary operation. By applying applied research methods, the program is tested to identify whether the given set meets the group criteria, such as closure, associativity, having an identity element, and having an inverse for each element. The research method includes problem formulation, program design, data collection, data analysis, and interpretation of results. The goal is to determine the accuracy and reliability of the program in determining the group structure of sets of integers with a specific binary operation, as well as to evaluate its potential application in solving real-world problems. The results show that the developed Pascal program can consistently identify whether a set meets the group criteria. It is hoped that these results will significantly contribute to supporting the understanding and application of group structure concepts in mathematics, as well as in the development of computational tools for practical problem-solving.*

Keywords: *Pascal Programs, Algebraic Structures and Groups.*

ABSTRAK; Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan sebuah program Pascal dalam mengecek apakah suatu himpunan bilangan bulat membentuk grup dengan operasi biner tertentu. Dengan menerapkan metode penelitian terapan, program tersebut diuji untuk mengidentifikasi apakah himpunan yang diberikan memenuhi syarat-syarat grup, seperti tertutup, asosiatif, memiliki elemen identitas, dan memiliki invers untuk setiap elemen himpunan. Metode penelitian ini mencakup perumusan masalah, desain program, pengumpulan data, analisis data, dan interpretasi hasil. Tujuannya adalah untuk menentukan tingkat akurasi dan keandalan program dalam menentukan struktur grup pada himpunan bilangan bulat dengan operasi biner tertentu, serta untuk mengevaluasi potensi aplikasinya dalam memecahkan masalah dunia nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa program Pascal yang dikembangkan dapat secara konsisten mengidentifikasi apakah suatu himpunan memenuhi syarat-syarat grup. Diharapkan hasil ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam mendukung pemahaman dan penerapan konsep struktur grup dalam matematika, serta dalam pengembangan alat-alat komputasi untuk pemecahan masalah praktis..

Kata Kunci: Program Pascal, Struktur Aljabar dan Grup.

PENDAHULUAN

Menurut (Suryana, 2008) Profesor Niklaus Wirth dari Technical University of Zurich, Swiss, membuat bahasa pemrograman Pascal, yang merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi. yang diberi nama Pascal untuk menghormati Blaise Pascal. seorang ahli matematika dan filosof perancis yang terkenal pada abad ke-17. Dengan tujuan membantu mengajar program komputer secara sistematis, khususnya untuk memperkenalkan program terstruktur, Prof Niklaus Wirth memperkenalkan Kompiler bahasa Pascal yang pertama untuk komputer CDC 600 (Control Data Corporation) pada tahun 1971.

Pascal dapat digunakan dalam berbagai bidang matematika, termasuk perhitungan sederhana seperti penambahan, pengurangan, perkalian, dan Pembagian, serta perhitungan lebih kompleks seperti trigonometri, eksponensial, dan logaritmik. Analisis Numerik: Pascal dapat digunakan untuk membuat analisis algoritma numerik seperti metode numerik untuk integrasi, diferensiasi, dan penyelesaian persamaan diferensial. Pemodelan Matematika: Pascal dapat digunakan untuk membuat model matematika untuk memecahkan masalah dalam berbagai bidang seperti fisika, kimia, ekonomi, dan sebagainya. Pengolahan Data Statistik: Analisis statistik seperti perhitungan rata-rata, median, standar deviasi, dan lainnya dapat dilakukan dengan Pascal.

Menurut (Hanifah, 2018) Teori aljabar abstrak mempelajari struktur aljabar seperti grup dan ring. Materi tentang grup dibahas dalam mata kuliah teori grup dan materi tentang ring dibahas dalam mata kuliah teori ring. Dalam teori grup, objek tidak hanya mencakup objek matematika umum seperti bilangan, bilangan bulat modulo, matriks, dan fungsi. Akibatnya, objek dalam teori grup tampak lebih abstrak daripada objek matematika pada umumnya. Oleh karena itu, penalaran yang sangat kuat diperlukan untuk mempelajari hubungan antar objek dalam teori grup. Findell(2001) menyatakan bahwa beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa siswa tidak memahami konsep-konsep dalam aljabar abstrak dengan baik.

Menurut (Abdiel Bellamy Thomas, 2022) Struktur grup adalah sebuah himpunan yang memenuhi beberapa aksioma dan memiliki operasi biner. Sampai saat ini, penerapan matematika, terutama dalam hal struktur aljabar abstrak, jarang berasal dari kumpulan hal-hal yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Banyak hal dalam kehidupan sehari-hari yang dapat

dibuat menjadi struktur aljabar grup, yang merupakan himpunan operasi biner yang memenuhi beberapa aksioma (Novi et al., 2011).

KAJIAN PUSTAKA

Pascal fokus pada data, yang berarti programmer dapat mendefinisikan data sendiri. Pascal juga merupakan bahasa pengajaran, biasanya digunakan untuk mengajar konsep pemrograman. Penulisan kode Pascal juga luwes, berbeda dengan FORTRAN, yang mengharuskan programmer menulis kode dalam format tertentu.

Pascal banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu, seperti: Ilmu Komputer: Pascal pertama kali dikembangkan untuk pendidikan komputer dan masih digunakan untuk pengajaran pemrograman dasar dan konsep algoritma. Ilmu Matematika: Pascal dapat digunakan untuk perhitungan matematika, analisis numerik, pemodelan matematika, dan banyak lagi. Ilmu komputer: Pascal dapat digunakan untuk memodelkan fenomena alam, melakukan analisis data, dan melakukan penelitian dalam berbagai cabang ilmu sains, seperti fisika, kimia, biologi, dan ilmu bumi. Ilmu Teknik: Pascal dapat digunakan untuk membangun perangkat lunak untuk desain dan simulasi sistem teknik, pengolahan sinyal, pengendalian sistem, dan pemodelan struktur. Ilmu Kesehatan: Pascal dapat digunakan untuk membangun perangkat lunak untuk melakukan analisis daur ulang, Ilmu Sosial: Pascal masih dapat digunakan untuk analisis data, pemodelan sistem sosial, dan pengembangan perangkat lunak untuk penelitian di bidang psikologi, sosiologi, dan ekonomi, meskipun dia tidak umum di bidang ini. Ilmuwan Lingkungan: Pascal dapat digunakan untuk memodelkan dan menganalisis data lingkungan, seperti simulasi polusi udara atau analisis data iklim. Ilmu Seni dan Desain: Pascal dapat digunakan untuk membuat program untuk desain grafis, memproses gambar, animasi, dan pengembangan permainan.

Menurut (Gozali, 2010) Salah satu teori tentang struktur aljabar himpunan adalah teori grup. Perhatikan himpunan bilangan bulat Z . Jika ada dua bilangan bulat, Z akan tertutup terhadap penjumlahan (+). Selain itu, kita tahu bahwa untuk semua $x, y, z \in Z$ berlaku sifat-sifat: $(x + y) + z = x + (y + z)$, dan bahwa ada $0 \in Z$. Dengan demikian, $x + 0 = x = 0 + x$.

Jika ada $-x \in Z$, maka $x + (-x) = 0 = (-x + x)$ Sekarang perhatikan himpunan tak kosong G . Di sini, operasi biner di G berarti suatu pemetaan $*$: $G \times G \rightarrow G$. Himpunan ini dikenal sebagai grup terhadap operasi $*$, dan dikenal sebagai $(G, *)$ jika seluruh sifat berikut berlaku untuk semua $a, b, c \in G$. Sifat ketertutupan: $a * b \in G$. Sifat asosiatif: $(a * b) * c = a * (b * c)$.

Eksistensi elemen identitas: ada $e \in G$ sebagai akibatnya $a * e = e * a = a$. Selanjutnya e disebut elemen identitas di G .

Eksistensi elemen invers: ada $a^{-1} \in G$ sebagai akibatnya $a * a^{-1} = a^{-1} * a = e$. Pada hal ini a^{-1} disebut invers dari a .

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian terapan. Menurut (Surya Dharma, 2008) Penelitian terapan, juga dikenal sebagai penelitian aplikasi, dilakukan tentang realitas dunia nyata, penerapan, dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Penelitian terapan bertujuan untuk menemukan solusi untuk masalah tertentu. Tujuan utama penelitian terapan adalah pemecahan masalah sehingga hasilnya dapat digunakan untuk kepentingan manusia, baik secara individu atau kelompok, maupun untuk keperluan industri atau politik, dan bukan hanya untuk wawasan keilmuan (Sukardi, 2003).

Penelitian ini menggunakan metode penelitian terapan untuk menguji keefektifan sebuah program Pascal dalam mengecek apakah suatu himpunan bilangan bulat membentuk grup dengan operasi biner tertentu. Metode penelitian terapan, sesuai dengan definisi oleh Surya Dharma (2008), menekankan pada penerapan dan pengembangan ilmu pengetahuan dalam konteks realitas dunia nyata.

Langkah-langkah dalam metode penelitian ini meliputi:

1. Perumusan Masalah: Identifikasi permasalahan yang ingin diselesaikan, yaitu efektivitas program dalam mengidentifikasi apakah suatu himpunan merupakan grup.
2. Desain Program: Merancang program Pascal yang akan digunakan untuk melakukan pengujian terhadap himpunan bilangan bulat dengan operasi biner tertentu.
3. Pengumpulan Data: Pengumpulan data dilakukan dengan memasukkan himpunan bilangan bulat dan operasi biner ke dalam program Pascal. Hasil pengujian program akan menjadi data yang diperoleh.
4. Analisis Data: Menganalisis hasil pengujian program untuk menentukan apakah himpunan yang diuji memenuhi syarat-syarat grup sesuai dengan definisi Abdiel Bellamy Thomas (2022).
5. Interpretasi Hasil: Menginterpretasikan hasil analisis data untuk menarik kesimpulan mengenai keefektifan program dalam mengidentifikasi struktur grup pada himpunan bilangan bulat dengan operasi biner tertentu.

Melalui metode penelitian terapan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai kinerja program dalam konteks aplikatif, serta kontribusinya dalam mendukung pemecahan masalah yang relevan dengan konsep struktur grup dalam matematika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyelesaian Manual

Pembelajaran konsep grup, khususnya pada mata kuliah struktur aljabar, sering kali meminta mahasiswanya untuk menentukan apakah suatu himpunan dengan operasi tertentu termasuk grup atau tidak. Untuk menentukan apakah himpunan tersebut grup atau tidak, pastinya mahasiswa memerlukan tabel Cayley dan pemahaman mendalam terkait 4 aksioma syarat grup yaitu sifat tertutup, sifat asosiatif, unsur identitas, dan unsur invers. Metode manual seperti ini tidak hanya memakan banyak waktu tetapi juga rentan terhadap kesalahan, yang dapat menjadi tantangan bagi mahasiswa.

Sebagai contoh, seorang mahasiswa diminta untuk menentukan apakah $Z_5 = \{0,1,2,3,4\}$ dan $U(10) = \{1,3,7,9\}$ termasuk grup atau tidak.

Adapun penyelesaian yang pasti akan dibuat oleh mahasiswa sebagai berikut,

- Penyelesaian $Z_5 = \{0,1,2,3,4\}$

Tabel ceyley

*	0	1	2	3	4
0	0	1	2	3	4
1	1	2	3	4	0
2	2	3	4	0	1
3	3	4	0	1	2
4	4	0	1	2	3

Berdasarkan tabel ceyley tersebut , maka dapat diperoleh:

1. Aksioma pertama (sifat tertutup) dipenuhi karena semua hasil operasi ada pada himpunan Z_5 .

2. Aksioma kedua (sifat asosiatif) pada penjumlahan modulo 5 dipenuhi pada bilangan bulat, oleh karena itu pada Z_5 juga dipenuhi
3. Aksioma ketiga (unsur identitas) dipenuhi, dimana unsur identitasnya adalah 0 karena $0 \in Z_5$ dan $a * 0 = 0 * a = a$.
4. Aksioma keempat (unsur invers) dipenuhi, yaitu 0 inversnya 0; 1 inversnya 4; 2 inversnya 3; 3 inversnya 2; dan 4 inversnya 1.

Karena keempat aksioma terpenuhi, maka dapat disimpulkan bahwa Z_5 adalah grup.

- Penyelesaian $U(10) = \{1, 3, 7, 9\}$

Tabel ceyley

*	1	3	7	9
1	1	3	7	9
3	3	9	1	7
7	7	1	9	3
9	9	7	3	1

Berdasarkan tabel ceyley tersebut, maka dapat diperoleh:

1. Aksioma pertama (sifat tertutup) dipenuhi karena semua hasil operasi ada pada himpunan $U(10)$.
2. Aksioma kedua (sifat asosiatif) pada perkalian modulo 10 dipenuhi pada bilangan bulat, oleh karena itu pada $U(10)$ juga dipenuhi
3. Aksioma ketiga (unsur identitas) dipenuhi, dimana unsur identitasnya adalah 1 karena $1 \in U(10)$ dan $a * 1 = 1 * a = a$.
4. Aksioma keempat (unsur invers) dipenuhi, yaitu 1 inversnya 9; 3 inversnya 7; 7 inversnya 3; dan 9 inversnya 1.

Karena keempat aksioma terpenuhi, maka dapat disimpulkan bahwa $U(10)$ adalah grup.

Berdasarkan penyelesaian yang dibuat oleh mahasiswa, dapat diperhatikan bahwa ketika menyelesaikan permasalahan tersebut, mahasiswa diminta untuk membuat tabel ceyley terlebih dahulu. Yang dimana tabel ini digunakan untuk memudahkan mahasiswa dalam membuktikan keempat aksioma grup. Pembuatan tabel ini pastinya akan menguras banyak waktu mahasiswa

dalam menyelesaikannya. Setelah mahasiswa menyelesaikan tabel ceyley, mahasiswa dituntut untuk memahami 4 aksioma syarat grup dan menyesuaikannya dengan tabel ceyley untuk melakukan pembuktian grup. Melihat hal ini, dipastikan akan banyak mahasiswa yang kesulitan dalam menentukan suatu grup. Selain karena waktu pengerjaannya yang lama, pemahaman yang mendalam terkait 4 aksioma syarat grup juga akan menyulitkan mahasiswa dalam menentukan suatu grup.

Penyelesaian dengan Program Pascal

Program Pascal pada penelitian ini dirancang untuk mengecek apakah suatu himpunan bilangan bulat dengan operasi biner tertentu (penjumlahan atau perkalian) membentuk grup. Grup adalah struktur aljabar yang harus memenuhi beberapa sifat, yaitu tertutup, asosiatif, memiliki elemen identitas, dan memiliki invers untuk setiap elemennya. Program ini disusun untuk memudahkan kita mengidentifikasi apakah suatu himpunan termasuk grup atau bukan, dengan mengikuti syarat-syarat grup tersebut.

Berikut adalah rincian dari cara kerja program ini:

1. Deklarasi Konstanta dan Tipe:
 - MAX_ELEMS didefinisikan sebagai konstanta yang menetapkan ukuran maksimum dari himpunan, yaitu 100 elemen.
 - TSet didefinisikan sebagai tipe array yang menyimpan bilangan bulat, dengan indeks dari 1 hingga MAX_ELEMS.
2. Deklarasi Variabel Global:
 - himpunan: Variabel array yang akan menyimpan elemen-elemen himpunan.
 - n: Variabel integer yang menyimpan jumlah elemen dalam himpunan.
 - operasi: Variabel karakter yang menyimpan operasi biner yang akan diperiksa ('+' untuk penjumlahan atau '*' untuk perkalian).
3. Fungsi ApakahGrup:
 - Fungsi ini memeriksa apakah himpunan dengan operasi yang diberikan memenuhi syarat-syarat grup.
 - Parameter:
 - o himpunan (array elemen himpunan),

- n (jumlah elemen), dan
- operasi (operasi biner).

- Pemeriksaan Identitas:

- Untuk operasi '+', elemen identitas adalah 0.
- Untuk operasi '*', elemen identitas adalah 1.

- Pemeriksaan Invers:

- Setiap elemen harus memiliki inversnya.
- Untuk operasi '+', invers suatu elemen a adalah elemen b sehingga $(a + b) \bmod n = 0$.
- Untuk operasi '*', invers suatu elemen a adalah elemen b sehingga $(a * b) \bmod n = 1$.

- Pemeriksaan Sifat Tertutup:

- Untuk operasi '+', hasil dari penjumlahan dua elemen harus tetap berada dalam himpunan.
- Untuk operasi '*', hasil dari perkalian dua elemen harus tetap berada dalam himpunan.

- Pemeriksaan Sifat Asosiatif:

- Dalam implementasi saat ini, sifat asosiatif tidak diperiksa secara eksplisit karena memerlukan pemeriksaan tambahan yang kompleks.

4. Program Utama:

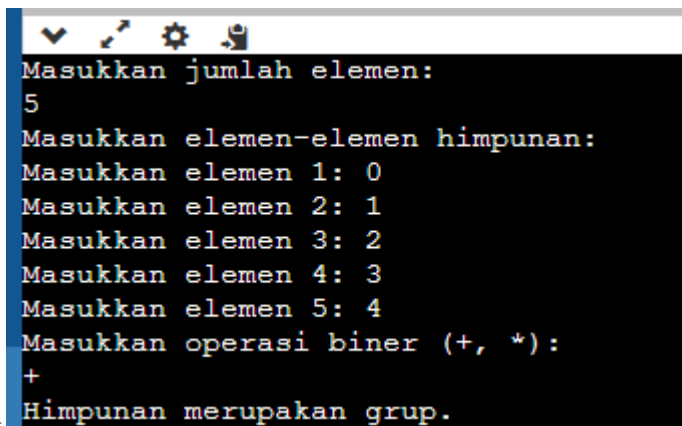
- Program meminta pengguna untuk memasukkan jumlah elemen dalam himpunan.
- Program meminta pengguna untuk memasukkan elemen-elemen himpunan satu per satu.
- Program meminta pengguna untuk memasukkan operasi biner ('+' untuk penjumlahan atau '*' untuk perkalian).
- Program kemudian memanggil fungsi `ApakahGrup` untuk memeriksa apakah himpunan dengan operasi yang diberikan membentuk grup.
- Hasil pemeriksaan, yaitu apakah himpunan tersebut merupakan grup atau bukan, ditampilkan kepada pengguna.

Pada penelitian kali ini kita akan menguji coba program pascal dengan soal yaitu sebagai berikut :

”Sebagai contoh, seorang mahasiwa ingin menentukan apakah $Z_5 = \{0,1,2,3,4\}$ dan $U(10) = \{1,3,7,9\}$ termasuk grup atau tidak. ”

Tahapan Pengujian Program Pascal

1. Sediakan jaringan internet untuk menggunakan program ini
2. Klik link berikut
<https://onlinegdb.com/HfvZZ-xvUm>
3. Klik ‘run’ untuk memulai program
4. Masukkan jumlah elemen
 - Untuk Z_5 jumlah elemennya = 5
 - Untuk jumlah elememan $U(10) = 4$
5. Masukkan elemen-elemen himpunan
 - $Z_5 = \{0,1,2,3,4\}$
 - $U(10) = \{1,3,7,9\}$
6. Masukkan operasi biner seperti operasi penjumlahan dan perkalian
 - Untuk Z_5 merupakan operasi penjumlahan
 - Untuk $U(10)$ merupakan operasi perkalian
7. Maka akan diberikan jawaban apabila himpunan tersebut grup atau bukan grup



```
Masukkan jumlah elemen:
5
Masukkan elemen-elemen himpunan:
Masukkan elemen 1: 0
Masukkan elemen 2: 1
Masukkan elemen 3: 2
Masukkan elemen 4: 3
Masukkan elemen 5: 4
Masukkan operasi biner (+, *):
+
Himpunan merupakan grup.
```

Jawaban untuk $Z_5 =$

```

Masukkan jumlah elemen:
4
Masukkan elemen-elemen himpunan:
Masukkan elemen 1: 1
Masukkan elemen 2: 3
Masukkan elemen 3: 7
Masukkan elemen 4: 9
Masukkan operasi biner (+, *):
*
Himpunan merupakan grup.

```

Jawaban untuk $U(10)=$

Jawaban yang diperoleh menggunakan pengerjaan manual dan menggunakan program Pascal adalah sama. Oleh karena itu, program ini dapat kita gunakan untuk mempermudah identifikasi apakah suatu himpunan merupakan grup atau bukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa program Pascal yang dirancang untuk mengecek apakah suatu himpunan bilangan bulat dengan operasi biner tertentu (penjumlahan atau perkalian) membentuk grup dapat memberikan jawaban yang konsisten dengan pengerjaan manual. Program ini memeriksa sifat-sifat grup, yaitu tertutup, asosiatif, memiliki elemen identitas, dan memiliki invers untuk setiap elemennya.

Dengan menggunakan program ini, kita dapat secara efisien dan akurat mengidentifikasi apakah suatu himpunan memenuhi syarat-syarat grup. Program ini sangat berguna dalam mendukung penelitian dan pembelajaran dalam bidang aljabar, karena mempermudah proses verifikasi dan analisis struktur aljabar yang kompleks. Oleh karena itu, program ini merupakan alat yang bermanfaat dalam mempelajari dan memahami konsep grup dalam matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdiel Bellamy Thomas, M. S. (2022). Suatu Grup pada Struktur Aljabar yang Dibangun dari Senyawa Kimia. 19-24.
- Gozali, S. M. (2010). *Teori Grup*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hanifah, A. P. (2018, Oktober). PEMAHAMAN MAHASISWA PADA KONSEP GRUP. *01*, 85-91.
- Surya Dharma, M. P. (2008). *PENDEKATAN, JENIS, DAN METODE PENELITIAN PENDIDIKAN*. Direktorat Tenaga Kependidikan Ditjen PMPTK.

Suryana, T. (2008). *Mengenal Bahasa Pemograman Pascal*. Universitas Komputer Indonesia.

Sukardi. 2003. *Metodologi Penelitian Pendidikan (Kompetensi danPraktiknya)*. Jakarta: Bumi Aksara.