Invention: Journal Research and Education Studies
Volume 6 Nomor 1 Maret 2025
The Invention: Journal Research and Education Studies is published three (3) times a year
(March, July and November)
Focus : Education Management, Education Policy, Education Technology, Education Psychology, Curriculum Development, Learning Strategies, Islamic Education, Elementary Education
LINK : https://pusdikra-publishing.com/index.php/jres

Studi Literatur : Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis GAP Math dalam materi Grup Mata Kuliah Struktur Aljabar

Mentari Sukma[1], Fernando Purba[2], Sri Lestari Manurung[3], Thresia Veronika Sihombing[4]
[1,2,3,4] *Universitas Negeri Medan, Indonesia*

ABSTRACT

Struktur Aljabar merupakan salah satu mata kuliah wajib bagi Mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan Matematika. Salah satu materi yang dipelajari dalam mata kuliah Struktur Aljabar adalah Grup. Objek dalam teori grup tampak lebih abstrak dibandingkan objek matematika pada umumnya sehingga sulit bagi mahasiswa untuk membayangkan secara riil. Sebagai alternatif untuk mengatasi hal ini maka diperkenalkan penggunaan *Software* GAP (*Groups, Algorithms, and Programming*). *Software* GAP sebagai perangkat pembelajaran untuk memperdalam pemahaman mahasiswa khususnya terhadap materi Grup. Penelitian ini bertujuan untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep grup secara lebih interaktif dan aplikatif. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kepustakaan atau biasa disebut dengan studi literatur (*library research*). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *Software* GAP bermanfaat dalam mempelajari dan memahami konsep grup dalam matematika. Dengan demikian, diharapkan dapat memberikan motivasi untuk belajar Struktur Aljabar dengan cara yang bervariasi dan tidak membosankan.

Kata Kunci *Software GAP, Grup, Struktur Aljabar*

Corresponding Author: mentari.sukma18@gmail.com

PENDAHULUAN

Struktur Aljabar atau dikenal dengan istilah “Aljabar Abstrak” diperkenalkan sejak permulaan abad ke-20 untuk membedakan dari bidang yang umumnya disebut sebagai aljabar. Struktur Aljabar merupakan salah satu mata kuliah wajib bagi Mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan Matematika. Menurut Faizah (2019), Struktur Aljabar memberikan pemahaman terhadap pentingnya peran timbal balik antara konsep matematika dan bahasa. Dalam memahami konsep-konsep struktur aljabar, mahasiswa harus mampu memahami setiap definisi, teorema, dan lemma. Salah satu materi yang dipelajari dalam mata kuliah Struktur Aljabar adalah Grup (Isa, 2024; Sari, 2019; Suryadinata & Farida, 2017).

Grup merupakan salah satu bidang kajian Aljabar Abstrak yang berfokus pada eksplorasi struktur himpunan. Konsep grup mengacu pada himpunan tak kosong, dilengkapi dengan menggunakan satu operasi biner khusus. 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 $* : G \times G \to G$. 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 (Manurung, 2024). Sebuah himpunan dapat dikatakan grup jika memenuhi beberapa sifat dasar, yaitu tertutup, sifat asosiatif, memiliki elemen identitas, dan setiap anggota himpunan memiliki invers (Hoiriyah, 2018; Saragih, 2023).

Dalam teori grup, objek yang dipelajari tidak terbatas pada elemen matematika umum seperti bilangan, bilangan bulat modulo, matriks, dan fungsi. Akibatnya, objek dalam teori grup tampak lebih abstrak dibandingkan objek matematika pada umumnya sehingga sulit bagi mahasiswa untuk membayangkan secara riil (Manurung et al., 2024). Adapun faktor lainnya yang menjadi penyebab kesulitan tersebut adalah kurangnya pemahaman mahasiswa terhadap contoh-contoh yang berkaitan dengan konsep serta minimnya pengalaman mahasiswa dalam melakukan pembuktian deduktif (Mashuri et al., 2018).

Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang dapat membantu memvisualisasikan konsep-konsep tersebut dengan lebih interaktif dan aplikatif. Salah satu media yang dapat digunakan adalah *Software* GAP (*Groups, Algorithms, and Programming*). *Software* GAP sebagai perangkat pembelajaran untuk memperdalam pemahaman mahasiswa khususnya terhadap materi Grup. Selain sebagai alat bantu dalam pembelajaran materi Struktur Aljabar, GAP juga dapat digunakan untuk kepentingan riset. Kelebihan GAP yang lain adalah *Software* ini masih terus dikembangkan hingga sekarang (Sylviani et al., 2015).

Berdasarkan latar belakang masalah, maka peneliti mengusung sebuah tema "Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis GAP Math dalam Materi

Grup Mata Kuliah Struktur Aljabar" yang diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep grup secara lebih interaktif dan aplikatif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode penelitian studi kepustakaan atau biasa disebut dengan studi literatur (*library research*). Metode studi literatur merupakan serangkaian kegiatan penelitian yang meliputi, mengumpulkan data-data pustaka dari jurnal ilmiah, membaca, dan mencatat bagian-bagian penting yang sesuai dengan tujuan penelitian. Pada dasarnya, penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang lain hanya saja, dalam penelitian studi literatur hanya saja sumber datanya berasal dari artikel ilmiah, buku, atau referensi yang lain (Setiawan et al., 2024). Proses penelitian ini dimulai dari menentukan topik, survei pustaka dari berbagai sumber, mengumpulkan pustaka, verifikasi data hingga penulisan dan menarik kesimpulan (Lubis, 2024; Lubis & Ritonga, 2023). Teknik pengumpulan data menggunakan studi kepustakaan terkait jurnal nasional, dan jurnal internasional sesuai dengan fokus penelitian. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis isi (*content analysis*)(Ritonga et al., 2022). Teknik analisis data yang digunakan yaitu analisis isi. Pertama, peneliti membaca abstrak yang ada pada setiap artikel, apakah permasalahan yang ada artikel tersebut sesuai dengan tujuan penelitian, mencatat bagian-bagian penting, dan menyusunnya secara sistematis (Haryani et al., 2024). Hasil penelitian kemudian dijadikan ke dalam suatu pembahasan dalam artikel ini guna mendapatkan hasil penelitian yang baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam mata kuliah Struktur Aljabar, konsep grup menjadi dasar bagi mahasiswa untuk menentukan apakah suatu himpunan dengan operasi tertentu memenuhi kriteria sebagai grup. Proses ini memerlukan penggunaan tabel Cayley serta pemahaman mendalam terhadap empat aksioma grup, yaitu sifat tertutup, sifat asosiatif, unsur identitas, dan unsur invers. Penyelesaian soal pada materi grup secara manual membutuhkan proses yang panjang dan rentan terhadap kesalahan, sehingga ketelitian mahasiswa sangat diperlukan.

Penyelesaian Soal dengan Cara Manual

Soal Pertama

Misalkan G = adalah merupakan himpunan dari Z_6. Tunjukan bahwa adalah suatu grup terhadap penjumlahan (G, +)

Penyelesaian:

Z_6={0,1,2,3,4,5}

Invention: Journal Research and Education Studies
Volume 6 Nomor 1 Maret 2025
Page : 112-122

Tabel 1. Cayley

×	**1**	**2**	**4**	**5**	**7**	**8**
1	1	2	4	5	7	8
2	2	4	8	1	5	7
4	4	8	7	2	1	5
5	5	1	2	7	8	4
7	7	5	1	8	4	2
8	8	7	5	4	2	1

1. Dari tabel terlihat bahwa (U_9,×) tertutup
2. terhadap perkalian.
3. Dari tabel terlihat bahwa (U_9,×) asosiatif.
4. Dari tabel terlihat bahwa unsur identitas di (U_9,×) adalah e=1.
5. Dari tabel diperoleh bahwa unsur invers terpenuhi,
   $(1)^{-1} = 1$
   $(2)^{-1} = 5$
   $(4)^{-1} = 7$
   $(5)^{-1} = 2$
   $(7)^{-1} = 4$
   $(8)^{-1} = 8$
   Jadi, (U_9,×) merupakan suatu grup.

Penyelesaian Soal dengan Menggunakan *Software* GAP Math

GAP (Group, Algorithms and Programming) merupakan perangkat lunak sistem aljabar komputer yang interaktif dan didasarkan pada pengulangan perintah "baca evaluasi-cetak". Salah satu kegunaan GAP untuk melakukan perhitungan dalam teori grup. Sistem GAP menerima input dari pengguna dalam bentuk teks, kemudian mengevaluasinya dan menampilkan hasil evaluasi tersebut. Dengan sifatnya yang interaktif, GAP memungkinkan pengguna untuk menulis perintah dan segera melihat hasilnya. Selain itu, pengguna juga dapat mendefinisikan fungsi serta menerapkannya pada suatu argumen untuk memahami cara kerja fungsi tersebut.

Hasil kajian teoritis dan tinjauan literatur yang kami lakukan menunjukkan bahwa GAP dapat dimanfaatkan dalam pengajaran Struktur Aljabar seperti pada penyelesaian soal materi Grup. Sebagai contoh, mahasiswa diminta mengkonstruksi suatu himpunan lalu memeriksa apakah himpunan tersebut membentuk grup terhadap suatu operasi. Seperti yang dapat terlihat pada soal 1 dan 2, mereka juga dapat memeriksa apakah suatu himpunan yang telah umum dikenal sebagai Z_6 merupakan suatu grup terhadap operasi

Invention: Journal Research and Education Studies
Volume 6 Nomor 1 Maret 2025
Page : 112-122

penjumlahan. Sedangkan, U_9 merupakan suatu grup terhadap operasi perkalian.

Tahapan Penggunaan *Software* GAP

GAP bekerja dengan cara merepresentasikan struktur matematika dalam bentuk data dan menyediakan operasi serta fungsinya

1. Instalasi dan Penggunaan Dasar
   Unduh dan Instal GAP pada laman ([https://www.gapsystem.org/](https://www.gap-system.org/)).
   Kemudian jalankan GAP dari terminal atau command prompt untuk masuk ke lingkungan interaktif.
2. Input dan Eksekusi Perintah
   GAP menggunakan bahasa pemrogramannya sendiri untuk melakukan perhitungan. Pengguna dapat langsung mengetikkan perintah di interpreter GAP
3. Perhitungan dalam Teori Grup dan Aljabar
   GAP pada materi grup dapat digunakan untuk mengetahui elemen pada tabel Cayley, mengetahui apakah elemen-elemen suatu grup bersifat tertutup, bersifat asosiatif, memiliki unsur identitas dan invers. Output yang dihasilkan oleh *Software* GAP akan muncul setelah pengguna menginput perintah.

GAP bekerja dengan cara membaca perintah pengguna, memanipulasi struktur data matematika, dan memberikan output atau hasil berdasarkan operasi yang dilakukan.

Penggunaan *Software* GAP Pada Soal 1 dan Soal 2.

Penjumlahan

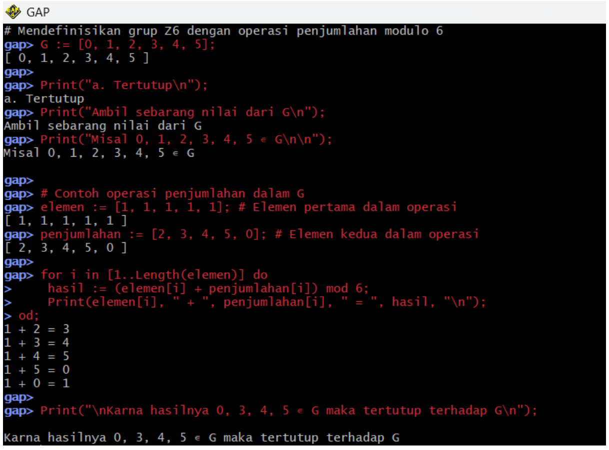
Misalkan G = adalah merupakan himpunan dari Z_6. Tunjukkan bahwa G adalah suatu grup terhadap penjumlahan (G,+).

```
GAP
# Mendefinisikan himpunan G sebagai bilangan bulat modulo 6
gap> G := [0, 1, 2, 3, 4, 5];
[ 0, 1, 2, 3, 4, 5 ]
gap>
gap> # Fungsi untuk operasi penjumlahan modulo 6
gap> SumMod6 := function(a, b)
>     return (a + b) mod 6;
> end;
function( a, b ) ... end
gap>
gap> # Membuat tabel Cayley
gap> CayleyTable := [];
[  ]
gap> for i in G do
>     row := [];
>     for j in G do
>         Add(row, SumMod6(i, j));  # Menambahkan hasil penjumlahan ke baris
>     od;
>     Add(CayleyTable, row);  # Menambahkan baris ke tabel Cayley
> od;
gap>
gap> # Menampilkan tabel Cayley
gap> Print("Tabel Cayley untuk penjumlahan modulo 6:\n");
Tabel Cayley untuk penjumlahan modulo 6:
gap> for i in [1..Length(CayleyTable)] do
>     Print(CayleyTable[i], "\n");
> od;
[ 0, 1, 2, 3, 4, 5 ]
[ 1, 2, 3, 4, 5, 0 ]
[ 2, 3, 4, 5, 0, 1 ]
[ 3, 4, 5, 0, 1, 2 ]
[ 4, 5, 0, 1, 2, 3 ]
[ 5, 0, 1, 2, 3, 4 ]
```

Gambar 1. Daftar Cayley terhadap (G,+)

Invention: Journal Research and Education Studies
Volume 6 Nomor 1 Maret 2025
Page : 112-122

Berikut merupakan tampilan tabel cayley (Z_6,+). Terlihat bahwa angka tabel cayley tersebut sesuai dengan hasil dari penyelesaian soal secara manual.



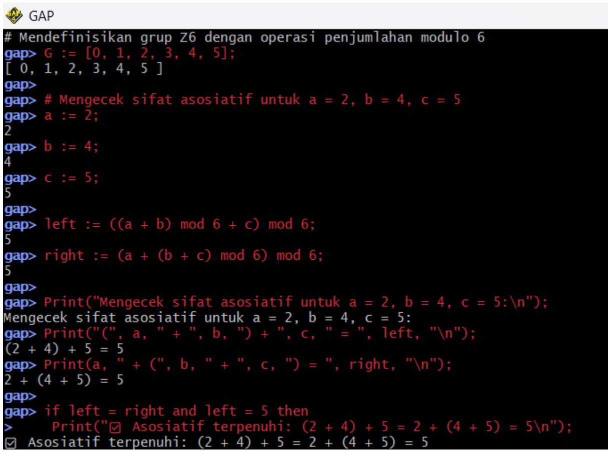
```
GAP
# Mendefinisikan grup Z6 dengan operasi penjumlahan modulo 6
gap> G := [0, 1, 2, 3, 4, 5];
[ 0, 1, 2, 3, 4, 5 ]
gap>
gap> Print("a. Tertutup\n");
a. Tertutup
gap> Print("Ambil sebarang nilai dari G\n");
Ambil sebarang nilai dari G
gap> Print("Misal 0, 1, 2, 3, 4, 5 ∈ G\n\n");
Misal 0, 1, 2, 3, 4, 5 ∈ G

gap>
gap> # Contoh operasi penjumlahan dalam G
gap> elemen := [1, 1, 1, 1, 1]; # Elemen pertama dalam operasi
[ 1, 1, 1, 1, 1 ]
gap> penjumlahan := [2, 3, 4, 5, 0]; # Elemen kedua dalam operasi
[ 2, 3, 4, 5, 0 ]
gap>
gap> for i in [1..Length(elemen)] do
>     hasil := (elemen[i] + penjumlahan[i]) mod 6;
>     Print(elemen[i], " + ", penjumlahan[i], " = ", hasil, "\n");
> od;
1 + 2 = 3
1 + 3 = 4
1 + 4 = 5
1 + 5 = 0
1 + 0 = 1
gap>
gap> Print("\nKarna hasilnya 0, 3, 4, 5 ∈ G maka tertutup terhadap G\n");

Karna hasilnya 0, 3, 4, 5 ∈ G maka tertutup terhadap G
```

Gambar 2. Sifat Tertutup

Terlihat pada tampilan di GAP tersebut bahwa angka-angka elemen yang muncul merupakan anggota dari Z_6. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sifat tertutup pada Z_6 terpenuhi.

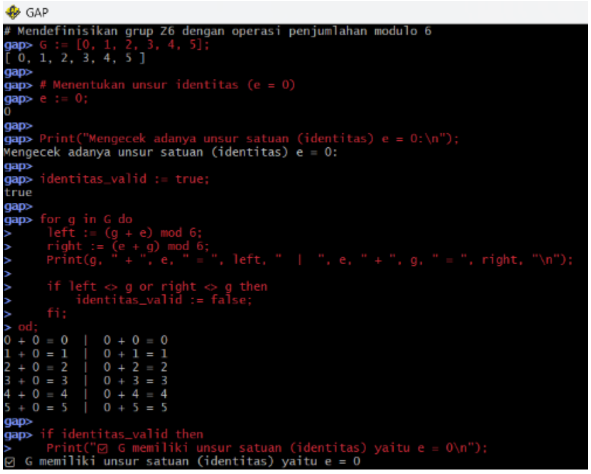


```
GAP
# Mendefinisikan grup Z6 dengan operasi penjumlahan modulo 6
gap> G := [0, 1, 2, 3, 4, 5];
[ 0, 1, 2, 3, 4, 5 ]
gap>
gap> # Mengecek sifat asosiatif untuk a = 2, b = 4, c = 5
gap> a := 2;
2
gap> b := 4;
4
gap> c := 5;
5
gap>
gap> left := ((a + b) mod 6 + c) mod 6;
5
gap> right := (a + (b + c) mod 6) mod 6;
5
gap>
gap> Print("Mengecek sifat asosiatif untuk a = 2, b = 4, c = 5:\n");
Mengecek sifat asosiatif untuk a = 2, b = 4, c = 5:
gap> Print("(", a, " + ", b, ") + ", c, " = ", left, "\n");
(2 + 4) + 5 = 5
gap> Print(a, " + (", b, " + ", c, ") = ", right, "\n");
2 + (4 + 5) = 5
gap>
gap> if left = right and left = 5 then
>     Print("☑ Asosiatif terpenuhi: (2 + 4) + 5 = 2 + (4 + 5) = 5\n");
☑ Asosiatif terpenuhi: (2 + 4) + 5 = 2 + (4 + 5) = 5
```

Gambar 3. Sifat Asosiatif

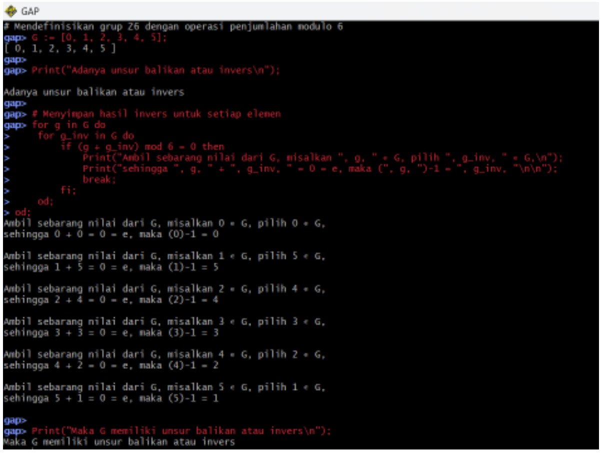
Tampilan ini merupakan perintah GAP untuk mengetahui apakah Z_6 memiliki sifat asosiatif atau tidak. Terlihat pada output tersebut bahwa sifat asosiatif terpenuhi dimana (2+4)+5=2+(4+5)=5 (modulo 6).

Invention: Journal Research and Education Studies
Volume 6 Nomor 1 Maret 2025
Page : 112-122



Gambar 4. Unsur Satuan /Identitas

Selanjutnya perintah dari tampilan ini adalah untuk memeriksa apakah Z_6 memiliki unsur satuan / identitas. Terlihat bahwa output yang dihasilkan Z_6 benar memiliki identitas yaitu 1.



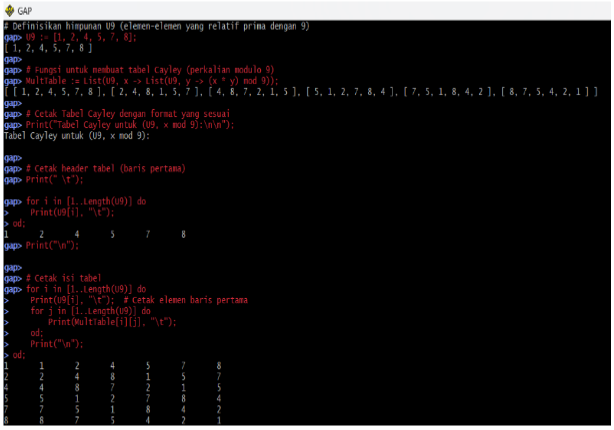
Gambar 5. Unsur Invers

Tampilan dari penggunaan GAP ini membuktikan bahwa Z_6 memiliki unsur invers, output yang dihasilkan tekah ditampilkan pada tampilan tersebut.

Perkalian

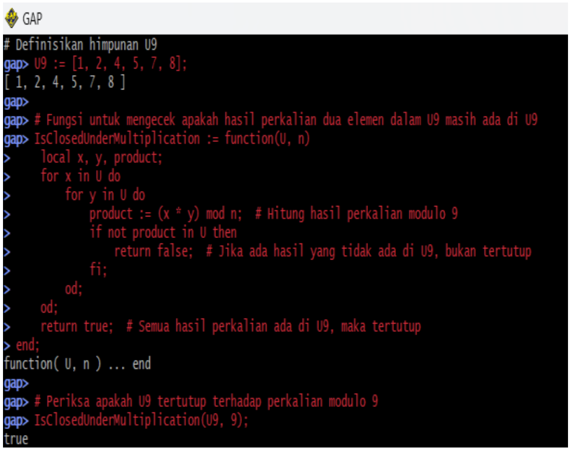
U_n adalah himpunan bilangan bulat modulo *n* yang unsur-unsurnya relativ prima dengan n. Periksa apakah $(U_9,\times)$ merupakan suatu grup?

Invention: Journal Research and Education Studies
Volume 6 Nomor 1 Maret 2025
Page : 112-122



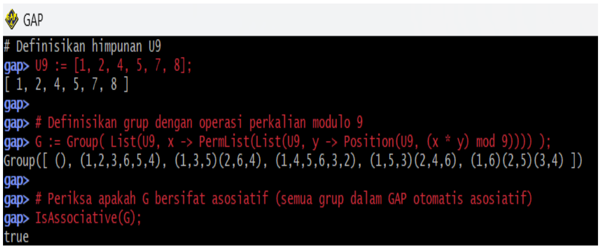
Gambar 6. Daftar Cayley terhadap (G, ×)

Berikut merupakan tampilan tabel cayley (U_9,×). Sama halnya dengan penyelesaian tabel Z_6 sebelumnya, bahwa angka tabel cayley pada tampilan penggunaan GAP juga sesuai dengan hasil dari penyelesaian soal secara manual.



Gambar 7. Sifat Tertutup terhadap Perkalian

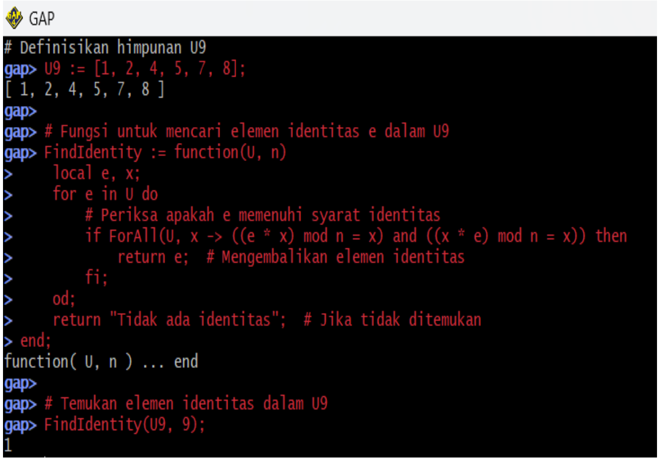
Penggunaan *Software* GAP pada soal 2 juga menunjukkan bahwa angka-angka elemen yang muncul merupakan anggota dari U_9. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sifat tertutup pada U_9 juga terpenuhi.



Gambar 8. Sifat Asosiatif

Tampilan ini merupakan perintah GAP untuk mengetahui apakah U_9 memiliki sifat asosiatif atau tidak. Terlihat bahwa output yang muncul yaitu *"true"*. Sehingga sifat asosiatif pada U_9 terpenuhi.

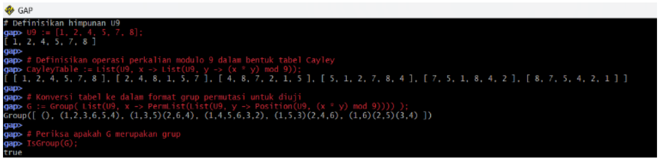
Invention: Journal Research and Education Studies
Volume 6 Nomor 1 Maret 2025
Page : 112-122



```
GAP
# Definisikan himpunan U9
gap> U9 := [1, 2, 4, 5, 7, 8];
[ 1, 2, 4, 5, 7, 8 ]
gap>
gap> # Fungsi untuk mencari elemen identitas e dalam U9
gap> FindIdentity := function(U, n)
>     local e, x;
>     for e in U do
>         # Periksa apakah e memenuhi syarat identitas
>         if ForAll(U, x -> ((e * x) mod n = x) and ((x * e) mod n = x)) then
>             return e;  # Mengembalikan elemen identitas
>         fi;
>     od;
>     return "Tidak ada identitas";  # Jika tidak ditemukan
> end;
function( U, n ) ... end
gap>
gap> # Temukan elemen identitas dalam U9
gap> FindIdentity(U9, 9);
1
```

Gambar 9. Unsur Satuan/Identitas

Perintah selanjutnya pada *Software* GAP adalah untuk memeriksa apakah U_9 memiliki unsur identitas atau tidak. Terlihat output yang dihasilkan adalah 1, dimana benar adanya bahwa U_9 memiliki unsur identtitas.



```
GAP
# Definisikan himpunan U9
gap> U9 := [1, 2, 4, 5, 7, 8];
[ 1, 2, 4, 5, 7, 8 ]
gap>
gap> # Definisikan operasi perkalian modulo 9 dalam bentuk tabel Cayley
gap> CayleyTable := List(U9, x -> List(U9, y -> (x * y) mod 9));
[ [ 1, 2, 4, 5, 7, 8 ], [ 2, 4, 8, 1, 5, 7 ], [ 4, 8, 7, 2, 1, 5 ], [ 5, 1, 2, 7, 8, 4 ], [ 7, 5, 1, 8, 4, 2 ], [ 8, 7, 5, 4, 2, 1 ] ]
gap>
gap> # Konversi tabel ke dalam format grup permutasi untuk diuji
gap> G := Group( List(U9, x -> PermList(List(U9, y -> Position(U9, (x * y) mod 9)))) );
Group([ (), (1,2,3,6,5,4), (1,3,5)(2,6,4), (1,4,5,6,3,2), (1,5,3)(2,4,6), (1,6)(2,5)(3,4) ])
gap>
gap> # Periksa apakah G merupakan grup
gap> IsGroup(G);
true
```

Gambar 10. Apakah G Suatu Grup atau Tidak

Tampilan ini mengandung perintah apakah U_9 merupakan suatu Grup atau tidak. Setelah melakukan running untuk memeriksa perintah, terlihat bahwa output yang diberikan yaitu *"true"*. Dengan demikian terbukti bahwa U_9 merupakan suatu Grup.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa GAP dirancang untuk melakukan perhitungan dalam teori grup. *Software* ini dapat memberikan jawaban secara instan beserta proses penyelesaiannya. Jawaban yang disajikan melalui GAP pun merupakan jawaban yang konsisten dengan jawaban secara manual. Pada *Software* GAP, pengguna juga dapat memeriksa sifat-sifat dari grup, yaitu tertutup, asosiatif, unsur identitas, dan invers yang ditandai dengan output "*true*" pada tampilan GAP tersebut. Melalui *Software* ini, tentunya pengguna akan merasa lebih terbantu dalam mengidentifikasi syarat-syarat grup tersebut terpenuhi atau tidak dalam suatu himpunan. Oleh karena itu, *Software* GAP menjadi salah satu *Software* yang bermanfaat dalam mempelajari dan memahami konsep grup dalam matematika.

DAFTAR PUSTAKA

Faizah, H. (2019). Pemahaman Mahasiswa tentang Konsep Grup pada Mata

Kuliah Struktur Aljabar. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, *4*(1), 23. https://doi.org/10.30651/must.v4i1.2267

Haryani, M., Wahyuningtyas, R., Sakinah, Z. N., & Susilo, B. E. (2024). Studi Literatur: Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality dalam Pembelajaran Matematika Guna Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *7*, 359–367. https://proceeding.unnes.ac.id/prisma

Hoiriyah, D. (2018). Analisis Hambatan Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Struktur Aljabar Ii. *Logaritma: Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan Dan Sains*, *6*(01), 86. https://doi.org/10.24952/logaritma.v6i01.1247

Isa, R. A. (2024). *Struktur dan Sifat-sifat K-Aljabar*. *3*(4), 200–205.

Lubis, Y. W. (2024). Pembentukan Karakter Unggul: Analisis Optimalisasi Pendidikan Melalui Organisasi Siswa Intra Madrasah (OSIM) Di MAN 2 Deli Serdang. *Bersatu: Jurnal Pendidikan Bhinneka Tunggal Ika*, *2*(1), 274–282. https://journal.politeknik-pratama.ac.id/index.php/bersatu/article/view/554

Lubis, Y. W., & Ritonga, A. A. (2023). *MOBILIZATION SCHOOL PROGRAM : IMPLEMENTATION OF ISLAMIC RELIGIOUS EDUCATION TEACHER PREPARATION IN ELEMENTARY*. *06*(01), 144–158. https://doi.org/https://doi.org/10.37758/jat.v6i1.632

Manurung, S. L., Mutiara, A. A., Rambe, R. B., & Angraini, R. T. (2024). *Penerapan Bahasa Pemrograman Pascal Pada Mata Kuliah Struktur Aljabar Dalam Membuktikan Suatu Grup*. *06*(3), 237–247.

Mashuri, M., Wijayanti, K., Veronica, R. B., & Isnarto, I. (2018). Keberlakuan Teorema pada Beberapa Struktur Aljabar. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *1*, 928–935. https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/20634

Ritonga, A. A., Lubis, Y. W., Masitha, S., & Harahap, C. P. (2022). Program Sekolah Penggerak Sebagai Inovasi Meningkatkan Kualitas Pendidikan di SD Negeri 104267 Pegajahan. *Jurnal Pendidikan*, *31*(2), 195. https://doi.org/10.32585/jp.v31i2.2637

Saragih, S. (2023). *Struktur Aljabar 1*. Larispa Indonesia.

Sari, R. U. (2019). *Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbantuan Swishmax Pada Materi Grup Dan Subgrup*. 33.

Setiawan, W., Juniati, D., & Khabibah, S. (2024). Studi Literatur: Berpikir Kreatif dalam Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal Ilmiah Soulmath : Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, *12*(1), 43–54. https://doi.org/10.25139/smj.v12i1.7548

Suryadinata, N., & Farida, N. (2017). Penerapan Team Based Learning Dengan

Software Gap Pada Mata Kuliah Struktur Aljabar. *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian LPPM UM Metro*, *2*(1), 74–85. http://ojs.ummetro.ac.id/index.php/lentera/article/view/484

Sylviani, S., Carnia, E., Aisah, I., Raya Bandung, J., Km, S., & Sumedang, J. (2015). Penggunaan Group, Algorithm, And Programming (GAP) Dalam Pembelajaran Grup Kuosien. *Karismatika: Kumpulan Artikel Ilmiah, Informatika, Statistik, Matematika Dan Aplikasi*, *1*(2), 54–65. https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jmk/article/view/17067