**BAB I**

**PENDAHULUAN**

1. **Latar Belakang Masalah**

Pada awal perkembangannya kajian aljabar abstrak hanya meliputi teori grup, ring, dan lapangan, namun perkembangan ilmu komputasi dan teknologi informasi yang sangat pesat mengakibatkan peran aljabar abstrak semakin bertambah penting.[[1]](#footnote-2) Terdapat banyak sekali penerapan aljabar abstrak yang sering kita temui tanpa kita sadari, contohnya adalah simbol *Universal Product Code* (UPC), atau lebih dikenal dengan istilah *barcode,* karena bentuknya yang berupa garis-garis berjajar seperti batang.



Universal Product Code



**Gambar 1.1** Penerapan Aljabar Abstrak

Selain penerapannya secara langsung, aljabar abstrak juga memegang peranan penting dalam perkembangan ilmu lain, utamanya dalam perkembangan ilmu persandian (*cryptography*) dan teori pengkodean (*coding theory*). Besarnya peran aljabar abstrak terhadap perkembangan disiplin ilmu lain mengakibatkan kajian aljabar abstrak semakin meluas. Aljabar abstrak tidak hanya menjadi kajian utama dalam perkuliahan mahasiswa jurusan matematika, namun juga pada jurusan lain diantaranya Sains dan Teknik.

Satu masalah yang sering dihadapi dalam pembelajaran aljabar abstrak adalah ketika memasuki pembahasan teori grup. Dimana mahasiswa dituntut untuk memahami konsep matematika yang cenderung abstrak dan sekaligus dihadapkan pada persoalan pembuktian logis, dua hal yang jarang ditemui pada pembelajaran matematika tingkat sekolah menengah. Mahasiswa yang mendapati kesulitan semacam ini akan semakin kehilangan minat belajar teori grup. Padahal teori grup merupakan salah satu konsep penting yang memiliki banyak penerapan dalam kehidupan nyata dan dalam perkembangan ilmu lain, sebagaimana dinyatakan oleh Thomas W. Judson dalam bukunya Abstract Algebra: Theory and Application,

*The theory of groups occupies a central potition in mathematics. … Groups now play a central role in such areas as coding theory, counting, and the study of symmetries; many areas of biology, chemistry, and physics have benefited from group theory*. (Teori grup menempati posisi utama dalam matematika. … Grup memainkan peran utama dalam berbagai bidang diantaranya teori pengkodean, perhitungan, dan pembelajaran mengenai simetri; biologi, kimia, dan fisika telah banyak memanfaatkan teori grup).[[2]](#footnote-3)

Meski definisi grup abstrak belum ditetapkan secara jelas hingga akhir tahun 1800-an, metode-metode dalam teori grup telah digunakan jauh sebelum tahun ini yakni dalam pengembangan berbagai bidang matematika, termasuk geometri dan konsep persamaan aljabar. Tahun 1770-1771 Joseph-Louis Lagrange menggunakan teori grup untuk mempelajari metode penyelesaian persamaan polinomial. Kemudian pada 1811-1832 Évariste Galois berhasil menemukan cara menentukan apakah suatu persamaan polinomial dapat diselesaikan ataukah tidak dengan melihat koefisien-koefisien persamaan tersebut. Konsep yang dikemukakan oleh Galois inilah yang pada akhirnya menjadi dasar teori grup.

Teori grup adalah cabang aljabar abstrak yang membahas mengenai grup. Dalam matematika, grup adalah suatu struktur aljabar yang terdiri dari sebuah himpunan dan sebuah operasi yang menggabungkan sebarang dua elemen himpunan tersebut untuk membentuk elemen baru yang juga terdapat pada himpunan tersebut. Agar dapat digolongkan sebagai grup, himpunan dan operasi tersebut harus memenuhi beberapa kondisi yang disebut aksioma grup.

Definisi formal grup adalah sebuah himpunan tak kosong dengan *operasi biner* dan memenuhi aksioma-aksioma berikut:

* Operasi biner bersifat asosiatif. Yakni untuk sebarang berlaku .
* Terdapat elemen identitas , sedemikian hingga untuk sebarang berlaku .
* Untuk setiap terdapat *elemen invers* di G yang dinotasikan dengan sedemikian hingga

Studi grup berawal dari gagasan mengenai himpunan-himpunan permutasi yang tertutup di bawah operasi perkalian dan melibatkan identitas, serta invers untuk setiap elemennya. Konsep permutasi yang pertama dikemukaan oleh Lagrange, yaitu permutasi adalah fungsi yang memetakan sebuah himpunan kepada himpunan itu sendiri. Namun teorema-teorema dasar permutasi dan notasi-notasi yang digunakan di dalamnya dikembangkan oleh Cauchy. Cauchy juga merupakan orang pertama yang menggunakan notasi siklik dalam menyatakan sebuah permutasi.

Tom Davis dalam Group Theory via Rubik’s Cube menyatakan, “*A very important class of groups are so-called permutation groups….*” (Bagian yang sangat penting dari grup adalah grup permutasi).[[3]](#footnote-5) Grup permutasi merupakan pokok dari studi simetri geometri dan teori Galois, yaitu pencarian penyelesaian persamaan polinomial. Ironisnya, meskipun memiliki banyak manfaat kajian teori grup kurang diminati dan seringkali sulit difahami dikarenakan sifatnya yang abstrak.

Ketika melihat Gambar 1.1 tentunya banyak yang setuju bahwa matematika berperan penting pada bidang-bidang tersebut. Namun bagaimana jika ditunjukkan gambar-gambar berikut, apakah mungkin melibatkan matematika pada bidang ini?



 

**Gambar 1.2** Simetri

Benar, teori grup adalah cabang matematika mempelajari simetri. Dan pembahasan teori grup tidak harus terlihat rumit dengan berbagai simbol, seperti pada gambar berikut.



**Gambar 1.3** Buku Teks Teori Grup

Penulis berasumsi bahwa jika pembelajaran teori grup khususnya grup permutasi dikaitkan dengan permasalahan atau contoh nyata yang menarik, akan dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa, sekaligus membantu membangun dasar-dasar konsep melalui cara yang membuat mereka nyaman. Hal ini selaras dengan pendapat Eman Suherman bahwasanya konsep abstrak yang baru dipahami siswa akan mengendap, melekat, dan tahan lama bila siswa belajar melalui perbuatan yang dapat dimengerti oleh siswa, bukan hanya melalui mengingat-ingat fakta. Dan dengan menggunakan alat peraga akan diperoleh beberapa manfaat, antara lain:

* Menambah minat belajar sehingga mahasiswa akan bersikap positif terhadap proses pembelajaran.
* Konsep abstrak matematika disajikan dalam bentuk kongkrit sehingga lebih mudah dipahami, dan tertanam lebih mendalam.
* Konsep-konsep abstrak matematika yang disajikan dalam bentuk kongkrit dapat dipakai sebagai obyek penelitian maupun sebagai alat untuk meneliti ide-ide baru.[[4]](#footnote-6)

Objek kongkrit yang sangat erat kaitannya dengan grup adalah permainan rubik. Rubik adalah sebuah *puzzle* mekanis yang ditemukan pada tahun 1974 oleh Ernö Rubik, seorang professor di *Department of Interior Design at the Academy of Applied Arts and Crafts*, Budaphest, Hungaria. *Puzzle* yang ditemukan oleh Ernö Rubik ini sering dianggap sebagai pelopor berkembangnya permainan *puzzle* mekanik, namun sebelum penemuan Magic Cube sebenarnya telah ditemukan beberapa mainan dengan konsep sejenis. Berikut adalah gambar Rubik’s Cube 3×3×3 yang ditemukan oleh Ernö Rubik.



**Gambar 1.4** Rubik’s Cube 3×3×3 (*solved position*)

Rubik yang kita dapatkan saat pertama membuka kemasannya berada pada posisi terselesaikan (*solved*), seperti pada gambar di atas. Rubik dimainkan dengan memutar keenam sisinya, contohnya seperti pada gambar berikut.



**Gambar 1.5** Memutar Sisi Kanan Rubik’s Cube sebesar 90° ke arah Belakang

Setelah sisi-sisinya diputar beberapa kali, posisi warna-warna sisinya akan teracak. Hasilnya dapat terlihat seperti berikut.



**Gambar 1.6** Hasil dari Putaran Acak pada Sisi-Sisi Rubik’s Cube

Tujuan dari permainan rubik adalah mengembalikan posisi warna pada keenam sisi rubik yang telah teracak ke posisi terselesaikan (*solved*) dengan cara memutar-mutar sisinya.

Ada beberapa teknik dalam menyelesaikan permainan rubik. Apabila kita melakukan pencarian singkat melalui mesin pencari di internet, kita akan menemukan beberapa metode penyelesaian *puzzle* ini. Dalam metode-metode tersebut diberikan beberapa urutan gerakan memutar sisi-sisi rubik, tergantung pada posisi awal tertentu, sehingga pada akhirnya diperoleh rubik yang terselesaikan. Kita dapat menyelesaian permainan rubik dengan hanya menghafal gerakan-gerakan tersebut, bahkan tanpa perlu memikirkan bagaimana gerakan-gerakan tersebut dapat digunakan untuk mengembalikan posisi teracak rubik ke dalam posisi terselesaikan.

Karena permainan rubik dapat diselesaikan tanpa menggunakan kemampuan menghitung angka, orang cenderung beranggapan bahwa permainan ini tidak berkaitan dengan matematika. Hal ini tidak sepenuhnya benar, karena memang fokus utama dalam pembahasan teori grup tidak terletak pada perhitungannya, melainkan pada sifat operasi yang membentuk grup tersebut.

*“Group theory is not primarily about numbers, but rather about patterns and symmetry; something the Rubik's Cube possesses in abundance”.* (Pokok dari teori grup bukan tentang angka, namun lebih mengenai pola dan simetri; yang mana banyak dimiliki oleh permainan rubik).[[5]](#footnote-7)

Dengan memperhatikan uraian di atas, penulis sangat tertarik untuk mengkaitkan bahasan teori grup dengan permainan rubik. Dengan harapan kita akan mendapatkan beberapa manfaat sekaligus, yaitu belajar teori grup menjadi lebih mudah dan menyenangkan karena dilakukan dengan pengalaman kongkrit sekaligus merangsang perkembangan otak kita. Aktifitas mengenali pola-pola warna ketika bermain rubik dapat melatih saraf sensoris. Koordinasi jari-jari tangan ketika bermain rubik, apalagi jika dilakukan dengan kecepatan tinggi, dapat meningkatkan kepekaan saraf motoris. Bermain rubik juga akan melatih daya ingat ketika pemain melakukan memorisasi pola-pola tertentu untuk menyelesaikan rubik yang teracak. Lebih jauh lagi bermain rubik dapat meningkatkan kecerdasan spasial, yaitu kemampuan analitis yang melampaui penglihatan gambar.[[6]](#footnote-8)

1. **Permasalahan Kajian**
2. **Identifikasi**

Teori grup merupakan objek matematika yang sangat penting namun buku-buku dan kajian teori grup yang ada saat ini cenderung abstrak sehingga sulit dipahami dan kurang diminati. Bagian terpenting dari teori grup adalah bahasan mengenai grup permutasi dimana sangat erat kaitannya dengan permainan Rubik’s Cube. Rubik’s Cube adalah permainan teka-teki matematika yang memuat banyak contoh nyata konsep teori grup. Teori grup dan Rubik’s Cube akan dibahas secara bersamaan dan terhubung agar diperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai keduanya.

1. **Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi di atas, masalah yang dibahas dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana kaitan antara teori grup dengan permainan Rubik’s Cube 3×3×3?
2. Bagaimana penerapan teori grup dalam mencari penyelesaian permainan Rubik’s Cube 3×3×3?
3. **Pembatasan Masalah**

Rubik yang dimaksud dalam kajian ini adalah rubik berbentuk kubus dengan dimensi 3×3×3 atau lebih dikenal dengan merek dagang Rubik’s Cube™, yang ditemukan oleh Ernö Rubik pada tahun 1974.

Kajian ini bukan membahas cara yang paling efektif ataupun waktu yang paling singkat dalam menyelesaikan permainan rubik, namun bagaimana menghubungkan konsep teori grup dengan permainan rubik.

1. **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kaitan antara teori grup dengan permainan Rubik’s Cube 3×3×3.
2. Untuk mengetahui bagaimana penerapan teori grup dalam mencari penyelesaian permainan Rubik’s Cube 3×3×3.
3. **Manfaat Penelitian**

Kajian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Bagi Peneliti

Menambah wawasan mengenai kaitan teori grup dengan permainan Rubik’s Cube 3×3×3, serta penerapan teori grup dalam mencari penyelesaian permainan Rubik’s Cube 3×3×3.

1. Bagi Mahasiswa dan Pendidik

Memberikan alternatif media belajar teori grup, dengan contoh kongkrit.

1. Bagi Pembaca

Memberikan alternatif permainan yang memiliki fungsi ganda sebagai media belajar.

1. Bagi Peneliti Lain

Dapat menjadi referensi dalam melakukan penelitian lebih lanjut.

1. **Metode Penelitian**
2. **Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kepustakaan berdasarkan karakteristik yang terdapat di dalamnya; yakni pertama, peneliti berhadapan langsung dengan teks atau data angka, bukannya dengan pengetahuan langsung dari lapangan atau saksi mata berupa kejadian, orang atau benda-benda lain. *Kedua,* data pustaka bersifat siap pakai. *Ketiga,* data pustaka umumnya adalah sumber sekunder yang bukan data orisinil dari tangan pertama di lapangan. *Keempat,* kondisi data pustaka tidak dibatasi oleh ruang dan waktu.[[7]](#footnote-9)

1. **Sumber Data**

Yang dimaksud sumber data dalam penelitian adalah subjek dari mana data dapat diperoleh.[[8]](#footnote-10) Apabila dilihat dari segi wujud konkritnya, maka sumber data dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu sumber data insani dan non-insani. Sumber data insani lazim disebut dengan subjek, responden, dan informan. Sumber data non insani lazim disebut dengan dokumen.

Sumber data yang dipakai dalam penelitian ini adalah sumber data non-insani yang berupa dokumen bidang kajian pustaka meliputi buku, artikel, *ebook*, situs internet, *handout,* video, dan *software*. Hal ini diperkuat oleh Suharsimi Arikunto bahwa apabila peneliti menggunakan dokumentasi maka dokumen atau catatanlah yang menjadi sumber data.[[9]](#footnote-11) Dokumen sumber data berupa buku, *handout*, situs internet, video, dan *software* yang digunakan oleh peneliti adalah:

Buku:

1. Thomas w Judson. 2011. *Abstract Algebra Theory and Applications*. Stephen F. Austin State University
2. William D. B. & John A. B. 1990. *Abstract Algebra with a Concrete Introduction*. Prentice Hall Inc.
3. Joseph J. Rotman. 2003. *Advanced Modern Algebra*. Prentice Hall Inc.
4. Joseph J. Rotman. 2005. *A First Course in Abstract Algebra.* Prentice Hall Inc.
5. Derek J. S. Robinson. 1996. *A Course in the Theory of Groups 2nd Edition*. Springer-Verlag New York Inc.
6. Muniri. 2008. *Struktur Aljabar.* STAIN Tulungagung
7. Arjeh Cohen, Roshane Ushirobira and Jan Draisma. 2007. *Group Theory for Math, Physics and Chemistry*.
8. Sumanang Muhtar Gozali. 2010. *Teori Grup.* Universitas Pendidikan Indonesia Bandung
9. David Singmaster. 1981. *Rubik’s Magic Cube.* Enslow Publishers
10. Christoph Bandelow. 1982. *Inside Rubik’s Cube abd Beyond.* Birkhäuster Boston
11. John Ewing & Czes Kosniowski. 1982. *Puzzle it Out Cubes, Groups and Puzzles.* Cambridge University Press
12. David Joyner. 2008. *Adventures in Group Theory: Rubik’s Cube, Merlin’s Machine, and Other Mathematical Toys*. Earth Island Institute
13. Tom Davis. 2006. *Group Theory via Rubik’s Cube*. http://www.geometer.org
14. Edwin J. Purcell dan Dale Varberg. 1995. *Calculus with Analytic Geometry 5th Edition (Kalkulus dan Geometri Analitis Jilid 1 Edisi Kelima)*, terj. I Nyoman Susila, et. all., Erlangga
15. Andika P., Astha Widharma dan Adhilana T.W. 2010. *Panduan Praktis Bermain Rubik dari Dasar sampai Mahir.* Aksen
16. Erman Suherman, et all. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia Bandung
17. S. Margono. 1996. *Metodologi Penelitian Pendidikan.* Rineka Cipta

*Handout*:

* + - 1. Scott Vaughen. *Counting the Permutations of the Rubik’s Cube.* Miami Dade College North Campus.ppt
			2. D. R. Wilkins.2007. *Abstract Algebra*.pdf
			3. Hayley Poole.*Group Theory and Rubik’s Cube*.ppt
			4. Dana C. Ernst.“*Visual Group Theory: Chapter 1”*.pdf

Situs Internet:

*http://ariaturns.wordpress.com/2009/10/04/operasi-biner/*

*http://www.worldcubeassociation.org*

*http://en.wikipedia.org/wiki/Cayley\_table*

*http://thelastme\_94.mywapblog.com/sejarah-perkembangan-rubik.xhtml*

Video:

1. Tutorial Rubik's TC Cube 3x3 Bag 1 (Indonesia)
2. Tutorial Rubik's TC Cube 3x3 Bag 2 (Indonesia)
3. Tutorial Rubik's TC Cube 3x3 Bag 3 (Indonesia) Final

*Software*:

1. 
2. 
3. **Teknik Pengumpulan Data**

Peneliti mencari dan mengumpulkan data yang relevan dengan rumusan masalah melalui pemanfaatan sumber data non-insani yang berwujud dokumen yang didapatkan dari perpustakaan pribadi, perpustakaan STAIN Tulungagung, dan sebagian lainnya dari situs internet yang di*copy* ke dalam komputer untuk kemudian di*print*. Lebih lanjut, peneliti membaca sejumlah dokumen kajian ilmiah, kemudian dari sana peneliti membuat cuplikan catatan-catatan yang berupa definisi dan teorema-teorema sebagai data mentah untuk dijadikan bahan kajian yang dianalisis selama penulisan laporan penelitian.

1. **Teknik Analisis Data**

Model analisis yang digunakan adalah model analisis interaksi, dimana komponen reduksi data dan sajian data dilakukan bersamaan dengan proses pengumpulan data.[[10]](#footnote-12)

1. **Prosedur Penelitian**

Pada penelitian ini metode yang digunakan penulis adalah studi pustaka. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

**Penetapan Tujuan Penelitian**

**Pengolahan Data dan Analisis**

1. Membuat Pembahasan Mengenai Teori Grup
2. Membuat Pembahasan Mengenai Rubik
3. Membuat Pembahasan Mengenai Kaitan antara Teori Grup dengan Permainan Rubik’s Cube 3×3×3
4. Membuat Pembahasan Mengenai Penerapan Teori Grup dalam
5. Mencari Penyelesaian Permainan Rubik’s Cube 3×3×3

Konsep Dasar Himpunan, Fungsi, Operasi Biner, Tabel Cayley, Grup, Subgrup, Grup Siklik, Grup Permutasi, Struktur Rubik’s Cube, Skema Warna Rubik’s Cube, Notasi Rubik’s Cube, Metode Penyelesaian Rubik’s Cube

**Kesimpulan dan Saran**

* **Pembatasan Masalah**
* **Identifikasi Kebutuhan data**
* **Pengumpulan Data**

Rujukan Studi Terdahulu

**Studi Literatur**

**Identifikasi Masalah**

**Studi Pendahuluan**

Melakukan studi literatur mengenai teori grup dan Rubik’s Cube dari beberapa situs internet

1. **Sistematika Penulisan Skripsi**

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir. Bagian awal memuat halaman judul, halaman persetujuan, halaman pengesahan, motto, halaman persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, arti lambang, dan abstrak. Bagian isi terbagi atas 5 bab, yaitu:

**BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan skripsi

**BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini dibahas mengenai dua landasan teori yang harus dipahami sebelum membahas bagian inti dari skripsi ini, yaitu mengenai teori grup dan rubik. Pada bagian teori grup akan diberikan konsep dasar himpunan, fungsi, operasi biner, table Cayley, definisi grup beserta sifat-sifatnya, subgrup, grup siklik, dan grup permutasi. Pada bagian rubik akan dibahas mengenai sejarah rubik, struktur Rubik’s Cube 3×3×3, skema warna Rubik’s Cube 3×3×3, notasi Rubik’s Cube 3×3×3, dan metode penyelesaian Rubik’s Cube 3×3×3.

**BAB III KAITAN ANTARA TEORI GROUP DENGAN**

 **PERMAINAN RUBIK’S CUBE 3×3×3**

Pada bab ini dibahas mengenai visualisasi konsep-konsep teori grup melalui gerakan-gerakan pada permainan Rubik’s Cube 3×3×3. Meliputi operasi invers, identitas, komuter, konjugasi, permutasi, sikel, hingga masuk ke dalam definisi grup serta teorema-teorema di dalamnya.

**BAB IV TEORI GRUP DALAM MENCARI PENYELESAIAN**

 **PERMAINAN RUBIK’S CUBE 3×3×3**

Bab ini berisi tentang aplikasi prinsip-prinsip teori grup sebagai pendekatan dalam mencari penyelesaian permainan Rubik’s Cube 3×3×3, yakni meliputi reduksi beberapa algoritma menggunakan konjugasi dan komuter untuk menghasilkan rangkaian algoritma yang lebih sederhana, serta metode pencarian *subgrup* untuk menghasilkan solusi permainan Rubik’s Cube 3×3×3.

**BAB IV PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran-saran dapat diambil berdasarkan materi-materi yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

Bagian akhir berisikan daftar rujukan yang digunakan penulis sebagai acuan.

1. Thomas W. Judson, *Abstract Algebra: Theory and Applications.* (Austin: Stephen F. Austin State University, 2011), hal. iii [↑](#footnote-ref-2)
2. *Ibid*., hal. 37 [↑](#footnote-ref-3)
3. Tom Davis, “*Group Theory via Rubik’s Cube”,* diunduh dari *http://www.geometer.org* pada 16 Maret 2012 [↑](#footnote-ref-5)
4. Erman Suherman, et. all., *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer.* (Bandung: FPMPA Universitas Pendidikan Indonesia, 2003). Hal. 243 [↑](#footnote-ref-6)
5. Dana C. Ernst, “*Visual Group Theory: Chapter 1”* diunduh dari *http://oz.plymouth.edu/~dcernst* pada 28 Mei 2012 [↑](#footnote-ref-7)
6. Andika P., Astha Widharma, Adhilana T.W., *Panduan Praktis Bermain Rubik dari Dasar sampai Mahir,* (Jakarta: Aksen, 2010), hal. 5 [↑](#footnote-ref-8)
7. Mestika Zed, *Metode Penelitian Kepustakaan,* (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2008), hal. 4 [↑](#footnote-ref-9)
8. Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek Edisi Revisi*, (Jakarta: PT Rineka Cipta, 2002), hlm. 107 [↑](#footnote-ref-10)
9. *Ibid*. [↑](#footnote-ref-11)
10. S. Margono, *Metodologi Penelitian Pendidikan,* (Semarang: Rineka Cipta, 1996), hal. 39 [↑](#footnote-ref-12)