

# Implementasi Struktur Aljabar Dalam Persilangan Golongan Darah

Fakhry Asad Agusfrianto<sup>1, a)</sup>, Gusti Ayu Dwi Yanti<sup>2, b)</sup>, Irnawati Dau<sup>3, c)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta

<sup>2</sup>Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung

<sup>3</sup>Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo

Email: <sup>a)</sup>fakhry\_asad@yahoo.com, <sup>b)</sup>gustiayu9d@gmail.com, <sup>c)</sup>Irnawatidau40@gmail.com

## Abstract

In the study of algebraic structures, the basic object of mathematics, namely sets, can be given abstract structures such as groups or rings. In this paper, we will study the algebraic structure found in crosses between two individuals with blood groups using the ABO, Rhesus, and MN systems.

**Keywords:** *algebraic structures, crosses, blood group system*

## Abstrak

Dalam kajian struktur aljabar, objek dasar matematika yaitu himpunan dapat diberikan struktur abstrak seperti grup atau ring. Dalam paper ini akan dikaji struktur aljabar yang terdapat pada persilangan antara dua individu dengan golongan darah dengan sistem ABO, Rhesus, dan MN.

**Kata-kata kunci:** struktur aljabar, persilangan, sistem golongan darah

## 1. PENDAHULUAN

Struktur aljabar merupakan himpunan tak kosong yang dilengkapi dengan suatu operasi biner yang memenuhi sifat tertentu. Contoh konsep pada struktur aljabar diantaranya adalah grup dan ring. Pembahasan kali ini akan berfokus pada grup. Grup merupakan himpunan tak kosong yang dilengkapi oleh suatu operasi biner yang memenuhi sifat tertutupan, asosiatif, adanya elemen identitas, dan adanya elemen invers (Wahyuni *et al.*, 2018). Selanjutnya, struktur grup dapat digeneralisasi dengan cara memperlemah sifatnya. Suatu himpunan yang hanya dilengkapi operasi biner disebut grupoid, jika operasinya asosiatif disebut semigrup, dan jika dilengkapi dengan elemen identitas disebut monoid (Golan, 2014).

Di sisi lain, salah satu sifat genetik yang diwariskan dari orang tua ke anak adalah golongan darah. Masing-masing orang tua mewariskan satu alel untuk anaknya. Sistem golongan darah awalnya ditemukan oleh Karl Landsteiner tahun 1901 yang dinamakan sistem golongan darah ABO (Farhud and Yeganeh, 2013). Selanjutnya, sistem ini juga dikembangkan oleh Karl Lansteiner menjadi sistem golongan darah MN tahun 1927 dan sistem golongan darah rhesus (Rh) tahun 1941 (Farhud and Yeganeh, 2013). Tujuan paper ini adalah mengkaji struktur aljabar pada persilangan yang terjadi pada dua individu dengan golongan darah yang sistemnya ABO, MN, dan Rhesus (Rh).

## 2. GRUP DAN GENERALISASINYA

Pada bagian ini, akan diingatkan kembali definisi dari grup dan generalisasinya serta contoh sederhananya.

**Definisi 2.1** (Gallian, 2017) Diberikan  $G$  himpunan tak kosong yang dilengkapi dengan operasi  $*$ . Himpunan  $G$  terhadap operasi  $*$  (dinotasikan dengan  $(G,*)$ ) disebut grup apabila kondisi berikut dipenuhi:

1. Untuk setiap  $a, b \in G$ ,  $a * b \in G$ ;
2. Untuk setiap  $a, b, c \in G$ ,  $(a * b) * c = a * (b * c)$  atau sifat asosiatif berlaku di  $G$ ;
3. Ada  $e \in G$  sehingga untuk setiap  $a \in G$  berlaku  $a * e = e * a = a$ ;
4. Untuk setiap  $a \in G$ , ada  $b \in G$  sedemikian sehingga  $a * b = b * a = e$ .

Jika sifat (4) tidak dipenuhi maka strukturnya disebut monoid, jika sifat (3) dan (4) tidak dipenuhi maka strukturnya disebut semigrup, dan jika sifat (2), (3), dan (4) tidak dipenuhi maka strukturnya disebut grupoid (Golan, 1999).

**Contoh 2.2** Himpunan  $(\mathbb{R}, +)$  yaitu bilangan real terhadap operasi penjumlahan adalah grup. Himpunan  $(\mathbb{N}, *)$  yaitu bilangan asli terhadap perkalian adalah monoid karena terhadap operasi perkalian, bilangan asli tidak memiliki invers. Himpunan  $(\mathbb{N}, +)$  adalah semigrup karena bilangan asli terhadap operasi penjumlahan tidak punya elemen identitas dan  $(\mathbb{R}, -)$  yaitu bilangan real terhadap operasi pengurangan adalah grupoid karena untuk setiap  $a, b, c \in \mathbb{R}$ , belum tentu berlaku  $a - (b - c) = (a - b) - c$ .

## 3. GOLONGAN DARAH

Sistem golongan darah awalnya ditemukan oleh Karl Landsteiner pada tahun 1901 yang dinamakan sistem golongan darah ABO (Farhud and Yeganeh, 2013). Sistem golongan darah ABO terdiri atas golongan darah  $A, AB, B$ , dan  $O$  (Mitra, Mishra and Rath, 2014). Umumnya, penulisan alel untuk golongan darah ABO adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Alel Golongan Darah ABO

Alel	Keterangan
$I^A I^A, I^A I^O$	Secara berurutan menotasikan golongan darah $A$ homozigot dan $A$ heterozigot
$I^B I^B, I^B I^O$	Secara berurutan menotasikan golongan darah $B$ homozigot dan $B$ heterozigot
$I^A I^B$	Menotasikan golongan darah $AB$
$I^O I^O$	Menotasikan golongan darah $O$

Selanjutnya, Landsteiner juga menemukan sistem golongan darah lainnya yang disebut dengan sistem golongan darah MN (Farhud and Yeganeh, 2013). Sistem golongan darah MN terdiri atas golongan darah  $M, N$ , dan  $MN$  (Farhud and Yeganeh, 2013). Umumnya, penulisan alel untuk golongan darah MN adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Alel Golongan Darah MN

Alel	Keterangan
$I^M I^M$	Menotasikan golongan darah M
$I^N I^N$	Menotasikan golongan darah N
$I^M I^N$	Menotasikan golongan darah MN

Selanjutnya, terdapat sistem golongan darah rhesus. Sistem golongan rhesus juga ditemukan oleh Landsteiner pada tahun 1941 (Farhud and Yeganeh, 2013). Sistem golongan darah ini dinotasikan dengan  $Rh^-$  (rhesus negatif) dan  $Rh^+$  (rhesus positif) (Mitra, Mishra and Rath, 2014). Tabel persilangan antara  $Rh^-$  dengan  $Rh^+$  diberikan sebagai berikut.

Tabel 3. Tabel Persilangan  $Rh^-$  dan  $Rh^+$

$\times$	$Rh^-$	$Rh^+$
$Rh^-$	$Rh^-$	$Rh^+, Rh^-$
$Rh^+$	$Rh^+, Rh^-$	$Rh^+, Rh^-$

Jika rhesusnya dikenakan ke golongan darah sistem  $ABO$ , maka golongan darah sistem  $ABO$  yang awalnya hanya terdiri atas  $A, B, AB$ , dan  $O$  kini menjadi  $A^+, A^-, B^+, B^-, AB^+, AB^-, O^+$ , dan  $O^-$ . Selanjutnya, jika rhesus dikenakan pada sistem golongan darah  $MN$ , maka yang awalnya hanya terdiri atas golongan darah  $M, N$ , dan  $MN$  sekarang menjadi  $M^+, M^-, N^+, N^-, MN^+, MN^-$ .

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan dianalisis struktur apa yang terdapat dari persilangan antar masing-masing jenis golongan darah yang dimiliki oleh masing-masing orangtua.

##### A. Sistem Golongan Darah ABO

Diketahui individu pertama memiliki kemungkinan golongan darah  $J_1 = \{A, B, AB, O\}$  dan individu kedua memiliki kemungkinan golongan darah yang sama dengan  $J_1$ . Misalkan dinotasikan dengan  $J_2$ . Selanjutnya, kedua individu tersebut menikah dan ingin mengetahui golongan darah anaknya kelak. Maka, dapat dilakukan persilangan antara  $J_1$  dengan  $J_2$ . Karena  $J_1 = J_2$ , maka kita notasikan saja dengan  $J = \{A, B, AB, O\}$ . Misalkan operasi persilangan antara  $J$  dengan  $J$  dinotasikan dengan  $(J, \otimes)$ . Diperoleh hasil persilangan sebagai berikut:

Tabel 4. Persilangan  $J \otimes J$

$\otimes$	$A$	$B$	$AB$	$O$
$A$	$A, O$	$A, B, AB, O$	$A, AB, B$	$A, O$
$B$	$A, B, AB, O$	$B, O$	$A, B, AB$	$B, O$
$AB$	$A, B, AB$	$A, B, AB$	$A, B, AB$	$A, B$
$O$	$A, O$	$B, O$	$A, B$	$O$

Sekarang, kita akan menganalisis struktur dari  $(J, \otimes)$ . Berdasarkan Tabel 3,  $J$  tertutup terhadap operasi  $\otimes$ . Selanjutnya,  $J$  terhadap operasi  $\otimes$  tidak memenuhi sifat asosiatif. Sebagai contoh, ambil sebarang

$x, y, z \in J$ , misalkan  $x = B, y = AB, z = O$  maka  $(B \otimes AB) \otimes O$  dan  $B \otimes (AB \otimes O)$  berturut-turut menghasilkan  $A, B, O$  dan  $A, B, AB, O$ . Hal ini mengakibatkan  $(B \otimes AB) \otimes O \neq B \otimes (AB \otimes O)$ . Dengan demikian, struktur yang terdapat pada  $(J, \otimes)$  adalah struktur **grupoid**.

**B. Sistem Golongan Darah MN**

Misalkan kemungkinan golongan darah  $MN$  dituliskan dalam himpunan  $K = \{M, N, MN\}$ . Selanjutnya, kemungkinan tersebut akan disilangkan sesamanya. Misalkan persilangan  $K$  dengan  $K$  dinotasikan dengan  $(K, \otimes^*)$ . Diperoleh hasil persilangan sebagai berikut:

Tabel 5. Persilangan  $K \otimes^* K$

$\otimes^*$	$M$	$N$	$MN$
$M$	$M$	$MN$	$M, MN$
$N$	$MN$	$N$	$N, MN$
$MN$	$M, MN$	$N, MN$	$M, N, MN$

Sekarang, kita akan menganalisis struktur yang terdapat pada  $(K, \otimes^*)$ . Berdasarkan Tabel 4,  $K$  tertutup terhadap operasi  $\otimes^*$ . Selanjutnya, misalkan diambil  $M, N, MN \in K$ . Perhatikan bahwa:

$$(M \otimes^* N) \otimes^* MN = MN \otimes^* MN = \{M, N\}$$

$$M \otimes^* (N \otimes^* MN) = M \otimes^* \{N, MN\} = \{M, N, MN\}$$

Karena  $(M \otimes^* N) \otimes^* MN \neq M \otimes^* (N \otimes^* MN)$ , maka  $K$  terhadap operasi  $\otimes^*$  tidak asosiatif. Dengan demikian,  $(K, \otimes^*)$  membentuk struktur **grupoid**.

**C. Sistem Golongan Darah Rhesus Pada ABO**

Diketahui bahwa kemungkinan golongan darah  $ABO$  adalah  $A, B, AB$ , dan  $O$ . Jika golongan darah tersebut dikenakan rhesus positif (+) dan rhesus negatif (-), maka golongan darah yang mungkin adalah  $X = \{A^+, A^-, B^+, B^-, AB^+, AB^-, O^+, O^-\}$ . Misalkan persilangan  $X$  dengan  $X$  dinotasikan dengan  $(X, \oplus)$ . Diperoleh hasil persilangan sebagai berikut:

Tabel 6. Persilangan  $X \oplus X$

$\oplus$	$A^+$	$A^-$	$B^+$	$B^-$	$AB^+$	$AB^-$	$O^+$	$O^-$
$A^+$	$A^+$	$A^+$	$AB^+$	$AB^+$	$AB^+$	$AB^+$	$A^+$	$A^+$
	$A^-$	$A^-$	$AB^-$	$AB^-$	$AB^-$	$AB^-$	$A^-$	$A^-$
	$O^+$	$O^+$	$A^+$	$A^+$	$A^+$	$A^+$	$O^+$	$O^+$
	$O^-$	$O^-$	$A^-$	$A^-$	$A^-$	$A^-$	$O^-$	$O^-$
			$B^+$	$B^+$	$B^+$	$B^+$		
			$B^-$	$B^-$	$B^-$	$B^-$		
			$O^+$	$O^+$				
			$O^-$	$O^-$				
$A^-$	$A^+$	$A^-$	$AB^+$	$AB^-$	$AB^+$	$AB^-$	$A^+$	$A^-$
	$A^-$	$O^-$	$AB^-$	$A^-$	$AB^-$	$A^-$	$A^-$	$O^-$
	$O^+$		$A^+$	$B^-$	$A^+$	$B^-$	$O^+$	

$\oplus$	$A^+$	$A^-$	$B^+$	$B^-$	$AB^+$	$AB^-$	$O^+$	$O^-$
	$O^-$		$A^-$ $B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$	$O^-$	$A^-$ $B^+$ $B^-$		$O^-$	
$B^+$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$	$B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$	$B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$	$B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$
$B^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$	$AB^-$ $A^-$ $B^-$ $O^-$	$B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$	$B^-$ $O^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^-$ $A^-$ $B^-$	$B^+$ $B^-$ $O^+$ $O^-$	$B^-$ $O^-$
$AB^+$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$
$AB^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^-$ $A^-$ $B^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^-$ $A^-$ $B^-$	$AB^+$ $AB^-$ $A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$AB^-$ $A^-$ $B^-$	$A^+$ $A^-$ $B^+$ $B^-$	$A^-$ $B^-$
$O^+$	$A^+$	$A^+$	$B^+$	$B^+$	$A^+$	$A^+$	$O^+$	$O^+$

Implementasi Struktur Aljabar dalam Persilangan Golongan Darah

$\oplus$	$A^+$	$A^-$	$B^+$	$B^-$	$AB^+$	$AB^-$	$O^+$	$O^-$
	$A^-$	$A^-$	$B^-$	$B^-$	$A^-$	$A^-$	$O^-$	$O^-$
	$O^+$	$O^+$	$O^+$	$O^+$	$B^+$	$B^+$		
	$O^-$	$O^-$	$O^-$	$O^-$	$B^-$	$B^-$		
$O^-$	$A^+$	$A^-$	$B^+$	$B^-$	$A^+$	$A^-$	$O^+$	$O^-$
	$A^-$	$O^-$	$B^-$	$O^-$	$A^-$	$B^-$	$O^-$	
	$O^+$		$O^+$		$B^+$			
	$O^-$		$O^-$		$B^-$			

Selanjutnya, akan dianalisis struktur yang terdapat pada  $(X, \oplus)$ . Dari Tabel 6, jelas bahwa  $X$  terhadap operasi  $\oplus$  tertutup. Karena sistem  $ABO$  tidak asosiatif, maka sistem  $ABO$  dengan rhesus sudah pasti tidak asosiatif. Dengan demikian,  $(X, \oplus)$  membentuk struktur **grupoid**.

**D. Sistem Golongan Darah Rhesus Pada MN**

Diketahui bahwa kemungkinan golongan darah  $MN$  adalah  $M, N$ , dan  $MN$ . Jika golongan darah tersebut dikenakan rhesus positif (+) dan rhesus negatif (-), maka golongan darah yang mungkin adalah  $Y = \{M^+, M^-, N^+, N^-, MN^+, MN^-\}$ . Misalkan persilangan  $Y$  dengan  $Y$  dinotasikan dengan  $(Y, \oplus^*)$ . Diperoleh hasil persilangan sebagai berikut:

Tabel 7. Persilangan  $X \oplus^* X$

$\oplus^*$	$M^+$	$M^-$	$N^+$	$N^-$	$MN^+$	$MN^-$
$M^+$	$M^+$	$M^+$	$MN^+$	$MN^+$	$M^+$	$M^+$
	$M^-$	$M^-$	$MN^-$	$MN^-$	$M^-$	$M^-$
					$MN^+$	$MN^+$
					$MN^-$	$MN^-$
$M^-$	$M^+$	$M^-$	$MN^+$	$MN^-$	$M^+$	$M^-$
	$M^-$		$MN^-$		$M^-$	$MN^-$
					$MN^+$	
					$MN^-$	
$N^+$	$MN^+$	$MN^+$	$N^+$	$N^+$	$N^+$	$N^+$
	$MN^-$	$MN^-$	$N^-$	$N^-$	$N^-$	$N^-$
					$MN^+$	$MN^+$
					$MN^-$	$MN^-$
$N^-$	$MN^+$	$MN^-$	$N^+$	$N^-$	$N^+$	$N^-$
	$MN^-$		$N^-$		$N^-$	$MN^-$
					$MN^+$	
					$MN^-$	

$\oplus^*$	$M^+$	$M^-$	$N^+$	$N^-$	$MN^+$	$MN^-$
$MN^+$	$M^+$	$M^+$	$N^+$	$N^+$	$M^+$	$M^+$
	$M^-$	$M^-$	$N^-$	$N^-$	$M^-$	$M^-$
	$MN^+$	$MN^+$	$MN^+$	$MN^+$	$N^+$	$N^+$
	$MN^-$	$MN^-$	$MN^-$	$MN^-$	$N^-$	$N^-$
$MN^-$					$MN^+$	$MN^+$
					$MN^-$	$MN^-$
	$M^+$	$M^-$	$N^+$	$N^-$	$M^+$	$M^-$
	$M^-$	$MN^-$	$N^-$	$MN^-$	$M^-$	$N^-$
$MN^+$			$MN^+$		$N^+$	$MN^-$
			$MN^-$		$N^-$	
					$MN^+$	
					$MN^-$	

Selanjutnya, kita akan menganalisis struktur yang terdapat pada  $(Y, \oplus^*)$ . Berdasarkan Tabel 6, jelas bahwa  $(Y, \oplus^*)$  tertutup. Selanjutnya, karena sistem  $MN$  tidak asosiatif, maka jelas sistem  $MN$  dengan rhesus tidak asosiatif. Dengan demikian,  $(Y, \oplus^*)$  membentuk struktur **grupoid**.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat disimpulkan bahwa struktur aljabar yang terdapat pada persilangan golongan darah  $ABO, MN, ABO$  dengan rhesus, dan  $MN$  dengan rhesus adalah struktur grupoid. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dikaji struktur aljabar yang terdapat pada persilangan golongan darah selain sistem  $ABO$  dan  $MN$ .

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penulisan artikel ini.

#### REFERENSI

- Farhud, D. D. and Yeganeh, M. Z. (2013) 'A brief history of human blood groups', *Iranian Journal of Public Health*, 42(1), pp. 1–6.
- Gallian, J. A. (2017) *Contemporary Abstract Algebra*. Ninth Edit. Cengage Learning.
- Golan, J. S. (1999) *Semirings and their*. Edited by Springer. Kluwer Academic.
- Mitra, R., Mishra, N. and Rath, G. P. (2014) 'Blood groups systems', *Indian Journal of Anaesthesia*, 58(5), pp. 524–528. doi: 10.4103/0019-5049.144645.
- Wahyuni, S. *et al.* (2018) *Teori Representasi Grup Hingga*. First Edit. Edited by Elis. Gadjah Mada University Press.