MATRIKS BUJUR SANGKAR AJAIB ORDE GENAP KELIPATAN EMPAT MENGGUNAKAN METODE DURER

Fitri Aryani, Lutfiatul Ikromah
Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, UIN SUSKA Riau
Email: baihaqi_fatimah78@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas bagaimana mengkontruksi matriks bujur sangkar ajaib yang mempunyai orde genap dengan menggunakan metode Durer. Matriks yang dapat dikonstruksi dengan Metode Durer adalah matriks orde genap kelipatan empat dengan *n* = *4m*. Diperoleh bahwa matriks yang dikonstruksi dengan menggunakan metode Durer menghasilkan matriks bujur sangkar ajaib regular. Suatu matriks bujur sangkar ajaib dikatakan regular jika $a_{ij} + a_{n+1-i,n+1-j} = \frac{2d}{n}$, artinya jumlah dari dua elemen yang saling simetris terhadap pusatnya adalah $\frac{2d}{n}$.

Kata Kunci : Matriks Bujur Sangkar , Matriks Bujur Sangkar Ajaib, Metode Durer.

ABSTRACT

This paper discuss how to construct magic square matrix that have an even order by using Durer's method. Construction of matrix with Durer's method is matrix that have an even four times by n = 4m. Obtained that the result of matrix which construct by using Durer's method are regular magic square matrix. A magic square matrix said regular if $a_{ij} + a_{n+1-i,n+1-j} = \frac{2d}{n}$, *in other words, the sum of any two entries that are symmetrically placed the center of the square matrix is equal to* $\frac{2d}{n}$.

Key Words : *Durer's Method, Magic Square Matrix, Square Matrix.*

PENDAHULUAN

Matriks mempunyai peranan yang sangat penting dalam matematika. Pentingnya peranan matriks ini dapat dilihat begitu luasnya penggunaan matriks dalam berbagai bidang antara lain statistik, Salah satu matriks yang sering dipelajari adalah matriks bujur sangkar, yaitu matriks yang mempunyai jumlah baris dan jumlah kolom yang sama. Matriks bujur sangkar $n \times n$ dikatakan sebagai matriks $orde\ n$ dan kadang kala disebut matriks bujur sangkar-n. Matriks bujur sangkar ajaib adalah matriks yang entri-entrinya terdiri dari bilangan riil yang disusun sedemikian hingga semua jumlah elemen baris, kolom dan diagonal adalah sama.

Bujur sangkar ajaib sudah dikenal oleh matematikawan Cina sejak 650 sebelum Masehi. Ada kemungkinan sudah dikenal oleh matematikawan Arab sejak abad ke-7. Menurut sejarah Cina, terdapat legenda bahwa dahulu kala terjadi bencana banjir, raja besar Yu berusaha untuk menyalurkan air ke laut. Saat itu, terlihat kura-kura dengan pola aneh pada tempurung yaitu terdapat titik-titik pada setiap kotak, yang bila dijumlahkan secara horizontal, vertikal, dan diagonalnya adalah sama. Ini yang menjadi landasan untuk membuat suatu persegi 3×3 di mana setiap baris, kolom dan diagonalnya sama. Pola ini dengan cara tertentu, juga digunakan oleh orang-orang dalam mengendalikan sungai. Selanjutnya, *magic square* terus dipelajari dan dikembangkan di berbagai tempat (Hendri, 2010).

Metode Durer adalah sebuah metode yang dapat mengkonstruksi matriks persegi menjadi matriks persegi ajaib.

Cahyono (2004) menguraikan formulasi analitik dan algoritma untuk menyusun beberapa bujur sangkar ajaib melalui dekomposisi persegi Latin. Namun formulasi ini masih berlaku secara parsial.

Kreher (2004) mencoba memformulasikan bujur sangkar ajaib berorde ganjil (2*n* + 1). Herawati (2004), telah membahas tentang matriks bujur sangkar ajaib orde *n* dengan *n* ganjil.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan matriks bujur sangkar ajaib orde genap kelipatan empat menggunakan metode Durer. Pembentukan matriks tersebut akan disajikan dalam beberapa bentuk matriks yaitu; matriks bujur sangkar ajaib klasik, matriks bujur sangkar ajaib tidak kalsik dengan entri bilangan genap, bilanagn ganjil, dan entri bilangan sebarang.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi literatur. Pembentukan matriks bujur sangkar ajaib orde genap kelipatan empat menggunakan metode Durer (Al-rasasi, 2010) terdapat beberapa langkah yang mesti dilakukan.

1. Pembentukan matriks bujur sangkar ajaib $n = 4m$ untuk $m = 1$ menggunakan metode Durer :
   a. Diberikan lima matriks bujur sangkar dengan ordo 4×4 misal M_1, M_2, M_3, M_4, dan M_5.
   b. M_1 entri-entrinya adalah $1,2,\dots,n^2$ dimulai dari $m_{11}, m_{12}, \dots, m_{44}$.
   c. M_2 terdiri dari elemen nondiagonal dari M_1 dan nol selainnya.
   d. M_3 entrinya adalah $1,2,\dots,n^2 \in M_1$ (dimulai dari m_{44} sampai m_{11}).
   e. M_4 terdiri dari elemen kedua diagonal $\in M_3$ dan nol selainnya.
   f. $M_5 =$ kombinasi dari M_2 dan M_4 adalah matriks bujur sangkar ajaib klasik.
2. Pembentukan matriks bujur sangkar ajaib $n = 4m$ untuk $m \geq 2$ dengan menggunakan metode Durer :
   a. Diberikan lima matriks bujur sangkar misal M_1, M_2, M_3, M_4, dan M_5.
   b. M_1 entrinya $1,2,\dots n^2$ dimulai dari $m_{11}, m_{12}, \dots, m_{nn}$ dan dibagi menjadi submatriks yang berukuran 4×4.
   c. Langkah selanjutnya sama dengan pembentukan matriks bujur sangkar ajaib 4×4 sehingga diperoleh kombinasi dari M_2 dan M_4 yang menghasilkan matriks bujur sangkar ajaib klasik.

Bahan-bahan penunjang untuk pembahasan selanjutnya akan dipaparkandi bawah ini

1. Matriks

Definisi 1 (Anton, 2000) : Matriks adalah susunan bilangan berbentuk segiempat. Bilangan-bilangan dalam susunan itu disebut anggota dalam matriks tersebut.

Anggota pada baris i dan kolom j dari sebuah matriks A akan dinyatakan sebagaia_{ij}. Sebuah matriks umum $m \times n$ dinyatakan dalam bentuk sebagai :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & a_{3n} \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}.$$

Definisi 2 (Lipschutz, 2004) : Matriks bujur sangkar adalah matriks yang memiliki baris dan kolom yang sama banyak. Matriks bujursangkar $n \times n$ dikatakan sebagai matriks orde n dan kadang kala disebut sebagai matriks bujur sangkar-n.

Definisi 3 (Anton, 2000) : Jika A adalah suatu matriks bujur sangkar, maka *trace* A dinyatakan dengan *tr* (A), didefinisikan sebagai jumlah anggota-anggota pada diagonal utama . *Trace* A tidak terdefinisi jika A bukan matriks bujur sangkar.

2. Matriks Bujur Sangkar Ajaib

Sebuah matriks bujur sangkar ajaib orde n adalah matriks bujur sangkar yang terdiri dari n baris dan n kolom yang entri-entrinya adalah bilangan real yang disusun sedemikian hingga jumlah elemen setiap baris, kolom, dan diagonalnya sama. Matriks bujur sangkar ajaib yang entri-entrinya $1,2,\ldots,n^2$ disebut bujur sangkar ajaib klasik. Jumlah elemen baris, kolom dan kedua diagonalnya yang disimbolkan dengan d disebut dengan jumlah ajaib dan n adalah ordo matriks dapat ditulis dalam bentuk berikut:

$$d = \frac{\sum n^2}{n}$$

atau

$$1 + 2 + 3 + \cdots + n^2 = \frac{1}{2}n(n^2 + 1).$$

Definisi 5 Suatu matriks bujur sangkar $A = (a_{ij})$ $(1 \leq i, j \leq n)$ yang berukuran $n \times n$ dengan berat *d* dikatakan ajaib apabila memenuhi:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} a_{ij} = d & untuk\ semua\ j \\ \sum_{j=1}^{n} a_{ij} = d & untuk\ semua\ i \\ \sum_{i=1}^{n} a_{ii} = d & \\ \sum_{i=1}^{n} a_{i(n-i+1)} = d & \end{cases}$$

dengan $n \geq 1$ dan *n* bilangan bulat, $d \in R$ dan *d* adalah berat yang merupakan jumlah elemen tiap baris, jumlah elemen tiap kolom, dan jumlah elemen dari dua diagonalnya.

Definisi 7 (Sthephens, 1993) : Matriks bujur sangkar semi ajaib adalah matriks bujur sangkar yang mempunyai jumlah elemen pada setiap baris dan kolom adalah sama.

Contoh 3 : Tentukan berat dari matriks bujur sangkar semi ajaib berikut

$$M_2 = \begin{bmatrix} 1 & 17 & 8 & 24 & 15 \\ 7 & 23 & 14 & 5 & 16 \\ 13 & 4 & 20 & 6 & 22 \\ 19 & 10 & 21 & 12 & 3 \\ 25 & 11 & 2 & 18 & 9 \end{bmatrix}$$

Jawab : Matriks di atas mempunyai jumlah elemen pada setiap baris adalah 65, jumlah elemen setiap kolom adalah 65 ,dan jumlah elemen pada diagonal utama sama dengan 65, tetapi jumlah elemen diagonal kedua adalah 75. Sehingga berat dari matriks bujur sangkar semi ajaib di atas $M_2 = 65$.

Definisi 8 (Michael Lee, 2006): Suatu matriks bujur sangkar ajaib $A = [a_{ij}]$ dikatakan reguler jika $a_{ij} + a_{n+1-i,n+1-j} = \frac{2d}{n}$. Artinya, jumlah untuk setiap dua elemen di A yang simetris terhadap pusat matriks sama dengan $\frac{2d}{n}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembentukan Matriks Bujur Sangkar Ajaib Menggunakan Metode Durer

Matriks yang dapat dikonstruksi dengan menggunakan merode Durer adalah matriks orde genap kelipatan 4 atau matriks yang mempunyai bentuk $n = 4m$, dengan n adalah ordo matriks dan $m \geq 1$.

Al-rasasi Ibrahim (2006) menjelaskan bahwa metode Durer ditemukan oleh Albrecth Durer pada tahun 1514. Langkah-langkah metode Durer untuk menyelesaikan matriks bujur sangkar ajaib dengan $n = 4$ dijelaskan sebagai berikut:

1. Diberikan lima matriks bujur sangkar dengan ordo 4×4 misal M_1, M_2, M_3, M_4, dan M_5.
2. M_1 entri-entrinya adalah $1,2,\ldots,n^2$ dimulai dari $m_{11}, m_{12}, \ldots, m_{44}$.
3. M_2 terdiri dari elemen nondiagonal dari M_1 dan nol selainnya.

4. M_3 entrinya adalah $1,2,\dots n^2 \in M_1$ (yang dimulai dari m_{44}, sampai m_{11}).
5. M_4 terdiri dari elemen kedua diagonal dari M_3 dan nol selainnya.
6. $M_5 =$ kombinasi dari M_2 dan M_4 adalah matriks bujur sangkar ajaib klasik.

2. Matrik Bujur Sangkar Ajaib Klasik

Menurut Peter Loly (2006) matriks bujur sangkar ajaib klasik adalah matriks bujur sangkar ajaib yang entri-entrinya adalah $1,2,\dots,n^2$. Berikut ini akan dikonstruksi matriks bujur angkar ajaib klasik orde 4 dengan menggunakan metode Durer.

$$M_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \\ 13 & 14 & 15 & 16 \end{bmatrix},$$

$$M_2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 8 \\ 9 & 0 & 0 & 12 \\ 0 & 14 & 15 & 0 \end{bmatrix}$$

$$M_3 = \begin{bmatrix} 16 & 15 & 14 & 13 \\ 12 & 11 & 10 & 9 \\ 8 & 7 & 6 & 5 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$M_4 = \begin{bmatrix} 16 & 0 & 0 & 13 \\ 0 & 11 & 10 & 0 \\ 0 & 7 & 6 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$M_5 = \begin{bmatrix} 16 & 2 & 3 & 13 \\ 5 & 11 & 10 & 8 \\ 9 & 7 & 6 & 12 \\ 4 & 14 & 15 & 1 \end{bmatrix}.$$

Entri yang bernilai nol pada M_2 dan M_4 adalah entri yang akan dikombinasikan. Sehingga diperoleh M_5 adalah matriks bujur sangkar ajaib klasik dengan jumlah elemen baris, kolom, dan kedua diagonalnya sama dengan 34. Matriks M_5 juga dapat dikatakan reguler karena jumlah dua elemen yang simetris terhadap pusatnya sama dengan $\frac{2d}{n} = \frac{2(34)}{4} = 17$.

Berikut ini akan dikonstruksi matriks bujur sangkar ajaib klasik 8×8 dengan menggunakan metode Durer. Matriks yang akan dikonstruksi atau M_1 entri- entrinya adalah bilangan bulat positif yang dimulai dari $1,\dots,64$ yang akan dibagi menjadi 4 submatriks yang berukuran 4×4.

$$M_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 & 16 \\ 17 & 18 & 19 & 20 & 21 & 22 & 23 & 24 \\ 25 & 26 & 27 & 28 & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 33 & 34 & 35 & 36 & 37 & 38 & 39 & 40 \\ 41 & 42 & 43 & 44 & 45 & 46 & 47 & 48 \\ 49 & 50 & 51 & 52 & 53 & 54 & 55 & 56 \\ 57 & 58 & 59 & 60 & 61 & 62 & 63 & 64 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya setiap submatriks dari M_1 yang merupakan diagonal utama dan diagonal kedua diberi nilai nol. Sehingga diperoleh matriks M_2 adalah :

$$M_2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 0 & 0 & 6 & 7 & 0 \\ 9 & 0 & 0 & 12 & 13 & 0 & 0 & 16 \\ 17 & 0 & 0 & 20 & 21 & 0 & 0 & 24 \\ 0 & 26 & 27 & 0 & 0 & 30 & 31 & 0 \\ 0 & 34 & 35 & 0 & 0 & 38 & 39 & 0 \\ 41 & 0 & 0 & 44 & 45 & 0 & 0 & 48 \\ 49 & 0 & 0 & 52 & 53 & 0 & 0 & 56 \\ 0 & 58 & 59 & 0 & 0 & 62 & 63 & 0 \end{bmatrix}$$

Kemudian matriks M_3 entri-entrinya terdiri dari bilangan bulat positif $1,\dots,64$ yang dimulai dari $m_{88}, m_{87},\dots,m_{11}$ dan dibagi menjadi 4 submatriks dan diperoleh M_3 sebagai berikut:

$$M_3 = \begin{bmatrix} 64 & 63 & 62 & 61 & 60 & 59 & 58 & 57 \\ 56 & 55 & 54 & 53 & 52 & 51 & 50 & 49 \\ 48 & 47 & 46 & 45 & 44 & 43 & 42 & 41 \\ 40 & 39 & 38 & 37 & 36 & 35 & 34 & 33 \\ 32 & 31 & 30 & 29 & 28 & 27 & 26 & 25 \\ 24 & 23 & 22 & 21 & 20 & 19 & 18 & 17 \\ 16 & 15 & 14 & 13 & 12 & 11 & 10 & 9 \\ 8 & 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dari setiap submatriks pada M_3 entri yang bukan kedua diagonal diberi nilai nol, sehingga diperoleh M_4 sebagai berikut :

$$M_4 = \begin{bmatrix} 64 & 0 & 0 & 61 & 60 & 0 & 0 & 57 \\ 0 & 55 & 54 & 0 & 0 & 51 & 50 & 0 \\ 0 & 47 & 46 & 0 & 0 & 43 & 42 & 0 \\ 40 & 0 & 0 & 37 & 36 & 0 & 0 & 33 \\ 32 & 0 & 0 & 29 & 28 & 0 & 0 & 25 \\ 0 & 23 & 22 & 0 & 0 & 19 & 18 & 0 \\ 0 & 15 & 14 & 0 & 0 & 11 & 10 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 5 & 4 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Langkah terakhir dari pengkonstruksian matode Durer adalah mengkombinasikan matriks M_2 dan M_4, sehingga diperoleh matriks bujur sangkar ajaib klasik orde 8 sebagai berikut :

$$M_5 = \begin{bmatrix} 64 & 2 & 3 & 61 & 60 & 6 & 7 & 57 \\ 9 & 55 & 54 & 12 & 13 & 51 & 50 & 16 \\ 17 & 47 & 46 & 20 & 21 & 43 & 42 & 24 \\ 40 & 26 & 27 & 37 & 36 & 30 & 31 & 33 \\ 32 & 34 & 35 & 29 & 28 & 38 & 39 & 25 \\ 41 & 23 & 22 & 44 & 45 & 19 & 18 & 48 \\ 49 & 15 & 14 & 52 & 53 & 11 & 10 & 56 \\ 8 & 58 & 59 & 5 & 4 & 62 & 63 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriks bujur sangkar ajaib di atas mempunyai jumlah elemen pada setiap kolom, baris dan kedua diagonalnya adalah d =260. Matriks bujur sangkar tersebut reguler karena jumlah dua elemen yang saling simetris terhadap pusatnya sama dengan $\frac{2d}{n} = \frac{2(260)}{8} = 65.$

3. Matriks Bujur Sangkar Ajaib Tidak Klasik

a. Matriks dengan Entri Bilangan Genap

Dibawah ini akan dikonstruksi beberapa matriks bujur sangkar ajaib yang tidak klasik menggunakan metode Durer. Pengkonstruksian matriks bujur sangkar ajaib tidak klasik orde 4. Entri- entri dari matriks utama atau M_1 adalah $2,4,\dots,32$ dan diperoleh matriks M_1 sebagi berikut :

$$M_1 = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 6 & 8 \\ 10 & 12 & 14 & 16 \\ 18 & 20 & 22 & 24 \\ 26 & 28 & 30 & 32 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya entri-entri yang merupakan diagonal utama dan diagonal kedua diberi nilai nol, sehingga diperoleh M_2 sebagai berikut :

$$M_2 = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 6 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 16 \\ 18 & 0 & 0 & 24 \\ 0 & 28 & 30 & 0 \end{bmatrix}$$

Kemudian entri- entri dari M_3 adalah $2,4,\dots,32$ yang diisi secara berurut dari $m_{44}, m_{43}, \dots, m_{11}$ dan diperoleh M_3 sebagai berikut :

$$M_3 = \begin{bmatrix} 32 & 30 & 28 & 26 \\ 24 & 22 & 20 & 18 \\ 16 & 14 & 12 & 10 \\ 8 & 6 & 4 & 2 \end{bmatrix}$$

Matriks M_4 terdiri dari elemen kedua diagonal dari M_3 dan diberi nilai nol pada entri selainnya sehingga diperoleh matriks M_4 sebagai berikut :

$$M_4 = \begin{bmatrix} 32 & 0 & 0 & 26 \\ 0 & 22 & 2 & 0 \\ 0 & 14 & 12 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

Langkah terakhir adalah mengkombinasikan M_2 dengan M_4 sehingga diperoleh matriks bujur sangkar ajaib tidak klasik sebagai berikut :

$$M_5 = \begin{bmatrix} 32 & 4 & 6 & 26 \\ 10 & 22 & 20 & 16 \\ 18 & 14 & 12 & 24 \\ 8 & 28 & 30 & 2 \end{bmatrix}$$

Matriks M_5 mempunyai jumlah ajaib $d = 68$, M_5 disebut juga reguler karena jumlah dua elemen yang simetris terhadap pusatnya sama dengan $\frac{2d}{n} = \frac{2(68)}{4} = 34.$

b. Matriks dengan Entri Bilangan Ganjil

Berikut ini pembentukan matriks tidak klasik orde 4 dengan menggunakan metode Durer. Pengkonstruksian matriks bujur sangkar ajaib tidak klasik orde 4. Entri- entri dari matriks utama atau M_1 adalah $1,3,\dots,31$ dan diperoleh matriks M_1 sebagi berikut :

$$M_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 9 & 11 & 13 & 15 \\ 17 & 19 & 21 & 23 \\ 25 & 27 & 29 & 31 \end{bmatrix}$$

dengan cara yang sama pada pengkonstruksian sebelumnya maka didapat hasil

$$M_5 = \begin{bmatrix} 31 & 3 & 5 & 25 \\ 9 & 21 & 19 & 15 \\ 17 & 13 & 11 & 23 \\ 7 & 27 & 29 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriks M_5 adalah matriks bujur sangkar ajaib yang mempunyai jumlah ajaib $= 64$, matriks M_5 juga disebut matriks bujur sangkar ajaib reguler karena jumlah dua elemen yng simetris terhadap pusatnya sama dengan $\frac{2d}{n} = \frac{2(64)}{4} = 32$.

Matriks dengan Entri Sebarang Bilangan

Matriks yang akan dikonstruksi adalah matriks dengan sebarang elemen.

a. $A_1 = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 9 & 10 \\ 11 & 12 & 13 & 14 \\ 15 & 16 & 17 & 18 \\ 19 & 20 & 21 & 22 \end{bmatrix}$

dengan menggunakan metode Durer diperoleh matriks yang dihasilkan adalah

$$A_5 = \begin{bmatrix} 22 & 8 & 9 & 19 \\ 11 & 17 & 16 & 14 \\ 15 & 13 & 12 & 18 \\ 10 & 20 & 21 & 7 \end{bmatrix}$$

Matriks A_5 merupakan matriks bujur sangkar ajaib dengan $d = 58$. A_1 juga disebut matriks bujur sangkar ajaib reguler dengan jumlah dua elemen yang saling simetris terhadap pusatnya adalah $\frac{2d}{n} = \frac{2(58)}{4} = 29$.

b. $B_1 = \begin{bmatrix} 10 & 11 & 12 & 13 \\ 14 & 15 & 16 & 17 \\ 18 & 19 & 20 & 21 \\ 22 & 23 & 24 & 25 \end{bmatrix}$

dengan menggunakan metode Durer matriks yang dihasilkan adalah

$$B_5 = \begin{bmatrix} 25 & 11 & 12 & 22 \\ 14 & 20 & 19 & 17 \\ 18 & 16 & 15 & 21 \\ 13 & 23 & 24 & 10 \end{bmatrix}$$

Matriks B_5 merupakan matriks bujur sangkar ajaib dengan $d = 70$. A_2 juga disebut matriks bujur sangkar ajaib reguler dengan jumlah dua elemen yang saling simetris terhadap pusatnya adalah $\frac{2d}{n} = \frac{2(70)}{4} = 35$.

c. $C_1 = \begin{bmatrix} 8 & 17 & 2 & 12 \\ 4 & 10 & 9 & 1 \\ 5 & 3 & 4 & 0 \\ 6 & 7 & 11 & 15 \end{bmatrix}$

dengan menggunakan metode Durer matriks yang dihasilkan adalah

$$C_5 = \begin{bmatrix} 15 & 17 & 2 & 6 \\ 4 & 4 & 3 & 1 \\ 5 & 9 & 10 & 0 \\ 12 & 7 & 11 & 8 \end{bmatrix}$$

Matriks C_5 merupakan bukan matriks bujur sangkar ajaib karena jumlah elemen setiap baris, kolom dan kedua diagonalnya tidak ada yang sama.

Sehingga untuk mengkonstruksi matriks bujur sangkar ajaib dengan menggunakan metode Durer elemen-elemennya harus memiliki beberapa ketentuan yaitu bilangan pada matriks yang akan dikonstruksi dimulai dari yang terkecil hingga terbesar atau sebaliknya dan mempunyai pola tertentu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Matriks yang dapat dikonstruksi dengan menggunakan metode Durer adalah matriks kelipatan 4 atau yang mempunyai bentuk $n = 4m$ dan entri-entri pada matriks yang akan dikonstruksi berurutan serta memiliki pola tertentu.
2. Matriks yang dihasilkan adalah matriks bujur sangkar ajaib reguler yaitu jumlah elemen yang saling simetris dengan

pusatnya adalah $\frac{2d}{n}$, atau mempunyai bentuk $a_{ij} + a_{n+1-i,n+1-j} = \frac{2d}{n}$.

Saran

Bagi para pembaca yang ingin melanjutkan penelitian ini disarankan membahas tentang matriks bujur sangkar ajaib perkalian, yaitu matriks bujur sangkar yang mempunyai hasil perkalian pada setiap baris, kolom dan kedua diagonalnya adalah sama, serta bagaimana keadaan sifat-sifatnya.

DAFTAR PUSTAKA

Al-rasasi, Ibrahim, 2006 *Magic Square*, Diakses tanggal 18 Maret 2010.

Anton, Howard, 2000 *Dasar-Dasar Aljabar Linier*, Edisi Ketujuh, Jilid 1. Batam Center: Interaksara.

Cahyono, Hendarto. *Metode Pengkontruksian Persegi Ajaib*, http://ejournal.umm.ac.id/index.php/gamma/article/view/73/81. Diakses tanggal 18 maret 2010.

Hendri. *Mengenal Magic Square*, http://en.wikipedia.org/wiki/Magic_square. Diakses tanggal 18 Maret 2010.

Herawati, 2004 *Matriks Bujur Sangkar Magic dan Beberapa Sifatnya*, Skripsi, FMIPA UR.

Lee, Michael, 2006 *Liniear Algebra of Magic Square*,Central Micigan University.

Leon, J.Steven, 2001. *Aljabar Linier dan Aplikasinya*, Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga.

Lipschutz, 2004. Seymour. *Aljabar Linier*, Edisi Ketiga: Erlangga.

Loly,Peter, 2006. *Franklin Squares-a Chapter in The Scientific Studies of Magical Squares*, Departement of Pyhsic, The University of Manitoba.

Stephens, Lynn Daryl, 1993. *Matrix Properties of Magic Square*, A professional Paper Submitted.Denton Texas.