

**MENENTUKAN BANYAKNYA LANGKAH KUDA PADA PAPAN
CATUR BERUKURAN $m \times n$**

SKRIPSI

Oleh:
VARHANA
NIM.06510026



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2010**

**MENENTUKAN BANYAKNYA LANGKAH KUDA PADA PAPAN
CATUR BERUKURAN $m \times n$**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**VARHANA
NIM. 06510026**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2010**

**MENENTUKAN BANYAKNYA LANGKAH KUDA PADA PAPAN
CATUR BERUKURAN $m \times n$**

SKRIPSI

Oleh:

**VARHANA
NIM.06510026**

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Wahyu Henky Irawan, M.Pd
NIP. 19710420 200003 1 003**

**Achmad Nashichuddin, M.A
NIP. 19730705 200003 1 002**

Tanggal: 05 Juli 2010

**Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika**

**Abdussakir, M.Pd
NIP.19751006 200312 1 001**

**MENENTUKAN BANYAKNYA LANGKAH KUDA PADA PAPAN
CATUR BERUKURAN $m \times n$**

SKRIPSI

Oleh:

**VARHANA
NIM.06510026**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Tanggal: 21 Juli 2010

Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
1. Penguji Utama : Abdussakir, M.Pd	(.....)
NIP.19751006 200312 1 001	
2. Ketua : Usman Pagalay, M.Si	(.....)
NIP.19650414 200312 1 001	
3. Sekretaris : Wahyu Henky Irawan, M.Pd	(.....)
NIP. 19710420 200003 1 003	
4. Anggota : Achmad Nashichuddin, M.A	(.....)
NIP. 19730705 200003 1 002	

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Matematika**

**Abdussakir, M.Pd
NIP.19751006 200312 1 001**

**SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Varhana
NIM : 06510026
Fakultas /Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Penelitian : Menentukan Banyaknya langkah kuda pada papan
catur berukuran $m \times n$

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 05 Juli 2010

Yang Membuat Pernyataan

Varhana

NIM.06510026

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk ayah dan ibu, sebagai salah satu bukti
terimakasih dari penulis



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya penulis haturkan terima kasih seiring doa dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU., D.Sc selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Bapak Abdussakir, M.Pd selaku ketua jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Wahyu Henky Irawan, M.Pd dan Achmad Nashichuddin, M.A selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah memberikan pengarahan dan pengalaman yang begitu berharga.
5. Sri Harini, M.Si selaku dosen wali, yang telah memberikan pengarahan dan nasehat-nasehat yang sangat penulis butuhkan.
6. Ari Kusumastuti, S.Si, M.Pd yang selalu meluangkan waktu untuk berbagi pengalaman dan memberi motivasi pada penulis agar dapat lulus cepat.
7. Seluruh dosen jurusan Matematika, terima kasih atas seluruh ilmu dan bimbingannya.
8. Seluruh staf administrasi beserta staf laboran yang telah menyediakan sarana demi terselesaikannya skripsi ini, serta selalu meluangkan

waktunya untuk mendengarkan keluh kesah penulis, terima kasih untuk semuanya.

9. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan doa restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
10. Saudara-saudara penulis, Kiptiyah, Ahmad Adi, Hanifah, Syafi'uddin, Maimunah, dan Yatim Habiyanto, penulis ucapkan banyak terima kasih, karena atas tuntutan dan motivasi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Sahabat-sahabat penulis, Mariyatul Azizah, Siti Nurul Afiyah, Erni Nurindah Lestari, Vidya Desi Rahmawati, Muayyad Nanang Kartiadi, penulis ucapkan terima kasih, karena selalu memberi semangat pada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
12. Teman-teman penulis, senasib seperjuangan mahasiswa Matematika 2006, terima kasih atas segala pengalaman berharga dan kenangan indah yang telah terukir.
13. Seluruh warga Catalonia yang selalu memberi semangat pada penulis agar secepatnya menyelesaikan skripsi ini.
14. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih memerlukan penyempurnaan, karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan, dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 05 Juli 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Metode Penelitian	7
1.7 Sistematika Penelitian	9
BAB II KAJIAN TEORI	
2.1 Definisi Graf	10
2.2 Derajat Titik	12
2.3 Graf Terhubung.....	14
2.4 Graf Sikel	15
2.5 Graf Komplit	16
2.6 Graf Berarah.....	16

2.7 Permainan Catur.....	18
2.8 Papan Catur Ukuran $m \times n$	22
2.9 Sunnatullah (Hukum Alam) dalam Islam	22

BAB III PEMBAHASAN

3.1 Menentukan Banyaknya Sisi Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Berukuran $m \times n$	25
3.2 Hubungan antara Sunnatullah dengan Penentuan Langkah Kuda	64

BAB IV PENUTUP

4.1 Kesimpulan	69
4.2 Saran	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Matakuliah yang Membutuhkan Dosen Pengampu	3
Gambar 2.1 Graf G	10
Gambar 2.2 Sisi e Menghubungkan titik v_m dan v_n	11
Gambar 2.3 Graf G dengan Bergirth 1,2,2,2,3.....	12
Gambar 2.4 Graf H	14
Gambar 2.5 Graf Sikel C_3 dan C_4	16
Gambar 2.6 Graf Komplit K_2, K_3, K_4	16
Gambar 2.7 Graf Berarah	17
Gambar 2.8 Bentuk-Bentuk Bidak Catur Putih.....	19
Gambar 2.9 Kemungkinan Posisi Bidak Kuda (v) pada Papan Catur.....	21
Gambar 3.1 Papan Catur Ukuran $m \times n$	26
Gambar 3.2 Kemungkinan Langkah Kuda pada b_1k_1	27
Gambar 3.3 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 3×4	27
Gambar 3.4 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×4	28
Gambar 3.5 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 3×5	28
Gambar 3.6 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×5	29
Gambar 3.7 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 3×6	30
Gambar 3.8 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×6	30
Gambar 3.9 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 3×7	31

Gambar 3.10 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3 × 7	31
Gambar 3.11 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 4 × 5	33
Gambar 3.12 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 4 × 5	33
Gambar 3.13 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 4 × 6	34
Gambar 3.14 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 4 × 6	35
Gambar 3.15 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 4 × 7	36
Gambar 3.16 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 4 × 7	36
Gambar 3.17 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 5 × 6	38
Gambar 3.18 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 5 × 6	38
Gambar 3.19 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 5 × 7	40
Gambar 3.20 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan catur ukuran 5 × 7	40
Gambar 3.21 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 5 × 8	42
Gambar 3.22 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 5 × 8	42
Gambar 3.23 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 6 × 7	44
Gambar 3.24 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 6 × 7	45

Gambar 3.25 Graf Langkah Kuda pada papan catur ukuran 6×8	47
Gambar 3.26 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan catur ukuran 6×8	47
Gambar 3.27 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan catur ukuran $7 \times n$	49
Gambar 3.28 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan catur ukuran $8 \times n$	50
Gambar 3.29 Kemungkinan Langkah Kuda pada b_{i1} dan b_{in}	55
Gambar 3.30 Kemungkinan Langkah Kuda pada b_{22} dan $b_{2(n-1)}$	56
Gambar 3.31 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{12}, b_{1(n-1)}, b_{32}, b_{3(n-1)}$	57
Gambar 3.32 Langkah Kuda pada b_{ij} dengan $j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $n > 4$	58
Gambar 3.33 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{11}, b_{1n}, b_{m1}, b_{mn}$	59
Gambar 3.34 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{12}, b_{21}, b_{1(n-1)}, b_{(m-1)1}, b_{2n}, b_{m2}, b_{(m-1)n}, b_{m(n-1)}$	60
Gambar 3.35 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{i1}, b_{in}, b_{1j}, b_{mj}, b_{22},$ $b_{2(n-1)}, b_{(m-1)2}, b_{(m-1)(n-1)}$, dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2,$ $j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$	61
Gambar 3.36 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{i2}, b_{i(n-1)}, b_{2j}, b_{(m-1)j}$	63
Gambar 3.37 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{ij}, i = 3, 4, \dots, m - 2,$ $j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$	64

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kemungkinan Banyaknya Langkah Kuda	51
--	----



ABSTRAK

Varhana. 2010. **Menentukan Banyaknya Langkah Kuda Pada Papan Catur Berukuran $m \times n$** . Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Wahyu Henky Irawan, M.Pd; (II) Achmad Nashichuddin, M.A.

Kata Kunci : Graf, Papan Catur, Bidak Kuda

Pada penelitian sebelumnya telah dicari banyaknya *order* (titik) dan *size* (sisi) dari graf langkah kuda pada papan catur berukuran $n \times n$ dan $m \times n$ secara keseluruhan. Akan tetapi, belum menentukan berapa banyaknya langkah kuda pada setiap kotak catur dengan mencari semua kemungkinannya. Sehingga untuk penelitian ini, penulis tertarik untuk meneliti tentang bagaimana menentukan banyaknya langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$, dilihat dari sudut pandang banyaknya sisi yang dimiliki oleh setiap bidak catur, yang bertujuan untuk mengetahui banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur berukuran $m \times n$. Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggambar papan catur, meletakkan bidak kuda pada salah satu kotak pada papan catur, menghitung banyaknya langkah kuda pada setiap kotak secara bergantian, mencari pola, menentukan teorema, selanjutnya membuktikan teorema yang diberikan.

Graf yang digunakan dalam penelitian ini adalah graf yang didefinisikan sebagai pasangan antara titik dan sisi dengan himpunan titik yang tidak kosong dan berhingga, serta himpunan pasangan sisi tak berurutan yang mungkin kosong. Sehingga, graf yang dimaksud hanya terbatas pada graf yang himpunan titiknya berhingga dan graf yang tidak memuat sisi rangkap (*loop*).

Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh suatu teorema yang menyatakan bahwa kemungkinan banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur ukuran $m \times n$ dengan aturan $n > m, m \geq 3$ dan $m, n \in N$, secara umum didapat kemungkinan pada 2 kondisi yaitu:

1. Untuk $m = 3$; $a_{i1} = a_{in} = a_{22} = a_{2(n-1)} = 2$; $a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{32} = a_{3(n-1)} = 3$; $a_{ij} = 4, j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $n > 4$
2. Untuk $m > 3$; $a_{11} = a_{1n} = a_{m1} = a_{mn} = 2$; $a_{12} = a_{21} = a_{1(n-1)} = a_{(m-1)1} = a_{2n} = a_{m2} = a_{(m-1)n} = a_{m(n-1)} = 3$; $a_{i1} = a_{in} = a_{mj} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{(m-1)2} = a_{(m-1)(n-1)} = 4$ dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$; $a_{i2} = a_{i(n-1)} = a_{2j} = a_{(m-1)j} = 6$ dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2$ dan $j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$; $a_{ij} = 8, i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$.

Sebagaimana telah diketahui bahwa penelitian ini hanya melibatkan satu bidak kuda, sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya agar meneliti kemungkinan-kemungkinan yang terjadi pada bidak-bidak catur yang lain, dapat pula dilengkapi dengan simulasi menggunakan program komputer, agar dapat lebih mudah untuk mengetahui banyaknya langkah kuda pada setiap kotak catur.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah SWT menciptakan alam beserta isinya dengan ukuran yang cermat, perhitungan yang mapan, dan rumus serta persamaan yang rapi dan seimbang (Abdusysyakir, 2007:79). Alam semesta telah memuat bentuk-bentuk dan konsep Matematika jauh sebelum Matematika itu ada, sebagai contoh bentuk matahari dan bulan yang berbentuk bola. Demikian pula bentuk lintasan bumi yang mengelilingi matahari, lintasannya berbentuk *elips*. Bentuk bola dan *elips* merupakan salah satu pembahasan yang ada dalam Matematika, yaitu pada mata kuliah Geometri.

Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat Al-Qamar ayat 49 yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*” (Al-Qamar: 49).

Demikian juga dalam Al-Qur’an surat Al-Furqan ayat 2:

وَحَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya: “*Dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya*” (Al-Furqan: 2).

Kedua ayat di atas merupakan salah satu pemberitahuan dari Allah SWT tentang aturan alam semesta yang telah diciptakan-Nya, bahwa segala sesuatu

yang terjadi di alam ini telah diketahui oleh ilmu Allah SWT.

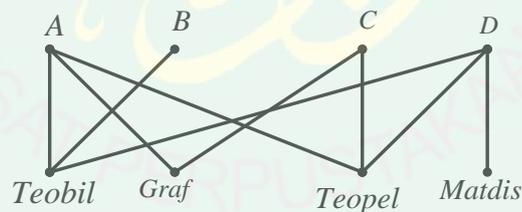
Tidak ada sesuatupun yang terjadi di alam ini tanpa adanya takdir yang telah diketahui oleh ilmu Allah SWT yang Maha Sempurna. Allah SWT telah menentukan segala sesuatu seperti dzat, sifat, dan perbuatan manusia maupun jin, serta tempat kembalinya ke neraka atau ke surga (Al-Jazairi, 2009:200). Sebelum diciptakannya langit dan bumi Allah SWT telah mencatat di *lauhul mahfudz*, seperti ukuran, bentuk, waktu maupun tempatnya dan tidak akan meleset sedikitpun (Al-Jazairi, 2009:198). Allah SWT menciptakan segala sesuatu dalam kehidupan ini dengan segala perlengkapan seperti sifat dan fungsinya masing-masing, jauh sebelum makhluk tersebut diciptakan.

Misalnya rumus-rumus yang ada sekarang, rumus-rumus tersebut bukan diciptakan manusia, tetapi sudah disediakan. Manusia hanya menemukan dan menyimbolkan dalam bahasa matematika (Abdusysyagir, 2007:80). Seandainya para ilmuwan dalam penelitiannya mendapatkan suatu teorema, mereka hanya menemukan sedikit ilmu dari ilmu-ilmu Allah SWT yang tak terhingga banyaknya. Walaupun seolah-olah merekalah yang menciptakan teorema-teorema tersebut, namun sebenarnya mereka tidak membuat suatu rumus sekalipun.

Oleh karena setiap sesuatu di alam ini telah ditentukan oleh Allah SWT, maka manusia dituntut untuk dapat menyelesaikan setiap masalah yang dihadapinya, karena setiap sesuatu yang dikaruniai-Nya pasti sesuai dengan ukuran dan kemampuan hamba-Nya. Maka, sangat penting bagi manusia

untuk mempelajari ilmu pengetahuan, salah satunya belajar Matematika, karena dengan belajar Matematika, selain untuk melatih dan menumbuhkan cara berpikir secara sistematis, logis, dan konsisten, juga diharapkan dapat menumbuhkan sikap teliti.

Salah satu cabang ilmu Matematika yang digunakan dalam penelitian ini adalah teori graf, yang mengkaji objek-objek diskrit dan hubungannya. Berikut adalah salah satu aplikasi dari teori graf dalam kehidupan nyata, misalkan pada contoh kasus sebagai berikut: jurusan Matematika membutuhkan tenaga pengajar untuk 4 mata kuliah yaitu Teori Bilangan (Teobil), Teori Graf (Graf), Teori Peluang (Teopel), dan Matematika Diskrit (Matdis). Terdapat 4 dosen yang melamar untuk ke-4 posisi tersebut, sebut saja A , B , C , dan D , yang beberapa diantaranya dapat mengajar lebih dari 1 matakuliah. Situasi ini dapat digambarkan seperti graf berikut:



Gambar 1.1 Matakuliah yang Membutuhkan Dosen Pengampu

Sisi antara 2 titik menunjukkan bahwa dosen yang bersangkutan memenuhi kualifikasi yang dibutuhkan, dan tidak adanya sisi menunjukkan bahwa dosen yang bersangkutan tidak memenuhi kualifikasi yang dibutuhkan. Pertanyaannya adalah, mungkin jurusan Matematika memilih dosen yang berbeda untuk setiap matakuliah yang akan diampu oleh dosen

tersebut, atau mungkinkah jurusan Matematika memilih dosen yang sama untuk 1 atau 2 mata kuliah yang akan diampu oleh dosen tersebut. Permasalahan ini dapat diselesaikan menggunakan teori graf.

Penerapan dari teori graf dapat mempermudah persoalan yang sebelumnya rumit menjadi lebih sederhana. Banyaknya permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dapat dianggap sebagai masalah yang berkaitan dengan graf. Dalam hal ini graf digunakan sebagai alat untuk memodelkan suatu permasalahan, misalnya teori graf yang dikembangkan oleh para ahli Matematika dan dipelajari oleh ahli dibidang lain seperti Kimia (misalnya hubungan antara atom-atom), Fisika (misalnya pada rangkaian listrik), Biologi (misalnya pada rantai makanan) dan lain-lain.

Dengan menggunakan model dari teori graf secara tepat, suatu permasalahan dapat dilihat dan diamati lebih jelas sehingga memudahkan untuk menganalisanya. Seperti kajian sebelumnya, oleh peneliti Dhurriyatun Nafiah (2009), yang berjudul “**Menentukan Order Dan Size Graf Langkah Kuda Pada Papan Catur Berukuran $n \times n$ dan $m \times n$** ”. Peneliti sebelumnya hanya mencari banyaknya *order* (titik) dan *size* (sisi) dari graf langkah kuda pada papan catur berukuran $n \times n$ dan $m \times n$ secara keseluruhan. Akan tetapi, belum menentukan berapa banyaknya langkah kuda pada setiap papan catur dengan mencari semua kemungkinannya. Sehingga untuk penelitian selanjutnya, penulis tertarik untuk meneliti tentang bagaimana menentukan banyaknya langkah kuda pada papan catur $m \times n$,

dilihat dari sudut pandang banyaknya sisi yang dimiliki oleh setiap kotak catur.

1.2 Rumusan Masalah

Penulis menetapkan masalah yang ingin dijawab dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur ukuran $m \times n$, $n > m$, dengan $m \geq 3$ dan $m, n \in \mathbb{N}$?

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan yang terjadi pada permainan catur, misalnya banyaknya bidak-bidak catur seperti pion, benteng, kuda, menteri, ratu, dan raja beserta langkahnya masing-masing, maka pada penelitian ini penulis hanya akan meneliti satu bidak kuda saja, dengan memberikan batasan bahwa m adalah banyaknya baris dan n adalah banyaknya kolom dan papan catur yang digunakan berukuran $m \times n$, $n > m$, dengan $m \geq 3$ dan $m, n \in \mathbb{N}$.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur ukuran $m \times n$, $n > m$, dengan $m \geq 3$ dan $m, n \in \mathbb{N}$.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis memfokuskan permasalahan pada pemodelan langkah kuda kebentuk Graf, sehingga didapat solusi yang dapat membantu mengatasi masalah tersebut, dengan sudut pandang Matematika. Hasil penelitian ini diharapkan agar dapat bermanfaat bagi :

1. Penulis
 - a. Sebagai tambahan wawasan tentang teori Graf dan penerapannya pada permainan catur.
 - b. Sebagai pengalaman penelitian kepustakaan tentang penerapan teori Graf pada permainan catur.
2. Pembaca
 - a. Sebagai pembahasan awal tentang teori Graf yang dapat dikembangkan, misalnya dengan menyempurnakannya dengan program komputer.
 - b. Sebagai tambahan keilmuan tentang teori Graf dan penerapannya pada permainan catur.
 - c. Sebagai rujukan untuk penelitian yang akan datang tentang teori Graf.
3. Lembaga
 - a. Sebagai tambahan bahan pustaka tentang kajian teori Graf.
 - b. Sebagai tambahan rujukan untuk peneliti yang akan datang tentang teori Graf.
 - c. Sebagai tambahan rujukan materi kuliah Graf.

1.6 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan metode kepustakaan. Metode penelitian kepustakaan yaitu usaha mendalami, sumber bacaan yang ada dalam kepustakaan sebagai literatur untuk mengumpulkan data dan informasi.

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan Masalah

Sebelum melakukan penelitian, penulis merumuskan masalah yang akan dijawab dalam penelitian ini, yaitu bagaimana menentukan banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur ukuran $m \times n$?

2. Mencari Data Pendukung

Data primer, yaitu data yang diperoleh dengan cara mencari banyaknya langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$.

Data yang dimaksud dalam penelitian ini adalah hasil dari kemungkinan-kemungkinan langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$, berupa angka-angka yang menunjukkan nilai dari banyaknya langkah kuda.

3. Menganalisa Data

Langkah-langkah analisis data sebagai berikut:

- a. Menggambar papan catur berukuran $m \times n$, $n > m$, dengan $m \geq 3$ dan $m, n \in \mathbb{N}$.
- b. Meletakkan bidak kuda pada salah satu kotak pada papan catur berukuran $m \times n$.

- c. Menghitung banyaknya langkah kuda pada setiap kotak catur berukuran $m \times n$ secara bergantian
- d. Mencari pola dari banyaknya kemungkinan langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$.
- e. Menentukan teorema dari banyaknya kemungkinan langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$.
- f. Membuktikan teorema yang diberikan, yaitu teorema dari banyaknya kemungkinan langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$.

4. Membuat Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini akan memperoleh suatu pola dari banyaknya kemungkinan langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$ yang akan dijadikan sebagai teorema, dan teorema tersebut akan dibuktikan kebenarannya.

5. Melaporkan

Membuat laporan penelitian tentang banyaknya kemungkinan langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$.

1.7 Sistematika Penelitian

Untuk lebih mudah memahami dan menelaah skripsi ini, maka penulis akan menggunakan sistematika yang terdiri dari 4 bab. Masing-masing bab terbagi menjadi beberapa subbab dengan rumusan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I memaparkan latar belakang tentang penulisan skripsi ini dan tentang bagaimana menentukan banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur ukuran $m \times n$.

BAB II KAJIAN TEORI

Kajian teori yang berisi konsep, sifat-sifat, definisi, dan contoh tentang teori Graf yang akan digunakan sebagai dasar teori pada bagian pembahasan.

BAB III PEMBAHASAN

Pembahasan berisi tentang bagaimana menentukan banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur ukuran $m \times n$, sehingga akan diperoleh suatu rumusan umum. Selanjutnya akan diperoleh suatu teorema yang akan dibuktikan kebenarannya.

BAB IV PENUTUP

Bagian ini akan memaparkan hasil dari pembahasan, yang akan diambil kesimpulan, dan akan disertai saran untuk penelitian selanjutnya.

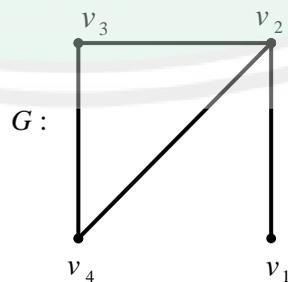
BAB II KAJIAN TEORI

2.1 Definisi Graf

Definisi 1:

Graf G adalah himpunan pasangan (V, E) , dengan V adalah himpunan tidak kosong dan berhingga dari objek-objek yang disebut titik, banyaknya unsur di V disebut order, dan dilambangkan dengan $p(G)$. Sedangkan E adalah himpunan pasangan tak berurutan dari titik-titik berbeda di G yang disebut sisi, banyaknya unsur di E disebut ukuran (*size*), yang dilambangkan dengan $q(G)$ (Chartrand dan Lesniak, 1986:4).

Berdasarkan uraian di atas, graf yang digunakan adalah graf yang tidak memiliki sisi rangkap ataupun *loop*. Sisi rangkap dari suatu graf adalah apabila terdapat dua titik yang dihubungkan lebih dari satu sisi. Sedangkan *loop* adalah suatu sisi yang menghubungkan sebuah titik dengan dirinya sendiri.



Gambar 2.1 Graf G

Graf G di atas memuat himpunan titik $V(G)$ dan himpunan sisi $E(G)$ sebagai berikut:

$$V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$$

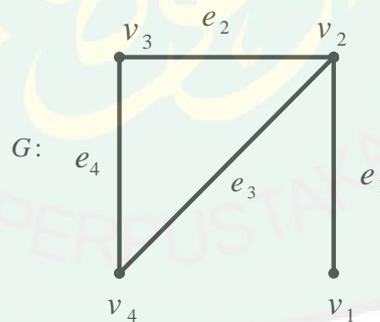
$$E(G) = \{(v_1, v_2), (v_2, v_3), (v_2, v_4), (v_3, v_4)\}$$

Graf G mempunyai 4 titik sehingga order G adalah $p = 4$. Graf G mempunyai 4 sisi sehingga ukuran G adalah $q = 4$.

Definisi 2:

Sisi $e = (u, v)$ dikatakan menghubungkan titik u dan v , jika $e = (u, v)$ adalah sisi dari graf G , u dan v disebut terhubung langsung (*adjacent*), v dan e serta u dan e disebut terkait langsung (*incident*), titik u dan v disebut ujung dari e (Chartrand dan Lesniak, 1986:4).

Contoh:



Gambar 2.2 Sisi e menghubungkan titik v_m dan v_n

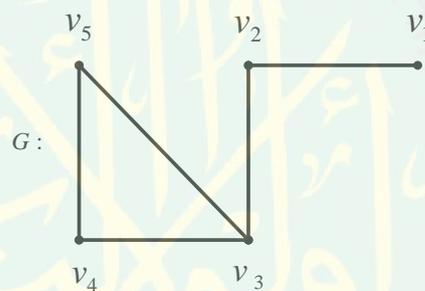
Berdasarkan gambar graf G di atas, maka titik v_1 dan v_2 , v_2 dan v_3 , v_2 dan v_4 , serta v_3 dan v_4 terhubung langsung. Titik v_1 dan v_3 tidak terhubung langsung, demikian juga dengan titik v_1 dan v_4 . Sisi e_1 terkait langsung dengan titik v_1 dan v_2 , akan tetapi sisi e_1 tidak terkait langsung dengan titik v_3 dan v_4 .

2.2 Derajat Titik

Definisi 3:

Derajat dari suatu titik v pada graf G adalah banyaknya sisi di G yang terkait langsung dengan v dan ditulis dengan $deg_G(v)$ (Chartrand dan Lesniak, 1986:7).

Apabila dalam konteks pembicaraan hanya terdapat satu graf G , maka tulisan $deg_G(v)$ disingkat menjadi $deg(v)$. Sebagai contoh, perhatikan gambar berikut:



Gambar 2.3 Graf G dengan bergirth 1, 2, 2, 2, 3

Berdasarkan gambar di atas, diperoleh bahwa:

$$deg(v_1) = 1$$

$$deg(v_2) = 2$$

$$deg(v_3) = 3$$

$$deg(v_4) = 2$$

$$deg(v_5) = 2$$

Graf G memiliki titik $p = 5$ dan sisi $q = 5$. Jika semua derajat titiknya dijumlahkan, maka akan diperoleh:

$$\begin{aligned} \deg(v_1) + \deg(v_2) + \deg(v_3) + \deg(v_4) + \deg(v_5) &= 1 + 2 + 3 + 2 + 2 \\ &= 10 = 2 \times 5 = 2q \end{aligned}$$

Kenyataan bahwa jumlah derajat suatu titik yang hasilnya sama dengan dua kali banyaknya sisi ini berlaku umum untuk semua graf. Hubungan antara jumlah derajat semua titik dalam suatu graf G dengan banyak sisi (q), dinyatakan dalam teorema berikut:

Teorema 1:

Jika G adalah graf dengan order p , size q dan $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_p\}$. Maka $\sum_{i=1}^p \deg_G(v_i) = 2q$ (Chartrand dan Lesniak, 1986:7).

Bukti:

“Setiap menghitung derajat suatu titik di G , maka suatu sisi dihitung satu kali. Karena setiap sisi menghubungkan dua titik yang berbeda maka ketika menghitung derajat semua titik, sisi akan terhitung dua kali. Dengan demikian, akan diperoleh bahwa jumlah semua derajat titik di G sama dengan 2 kali jumlah sisi di G . Jadi terbukti bahwa jumlah derajat titik dari suatu graf G adalah 2 kali banyaknya sisi” (Abdussakir, 2009:10).

2.3 Graf Terhubung

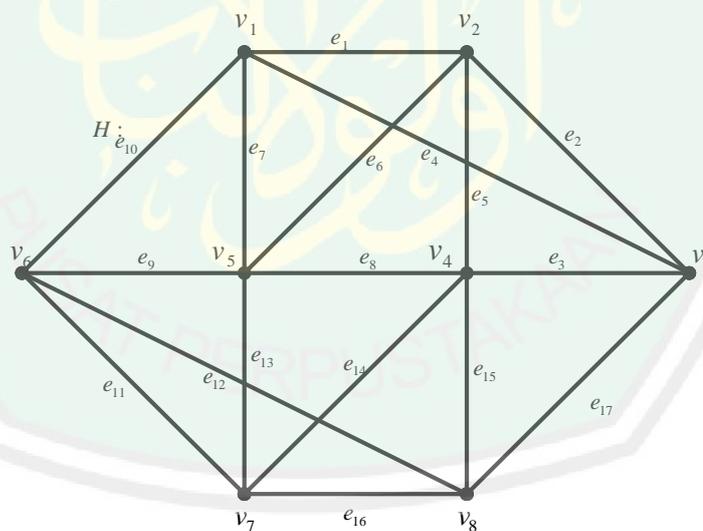
Definisi 5:

Sebuah jalan (*walk*) $u-v$ di graf G adalah barisan berhingga (tak kosong):

$$W: u = v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n = v,$$

yang dimulai dan diakhiri dengan titik secara berselang seling antara titik dan sisi, sedemikian hingga untuk $0 \leq i \leq n$. Dengan $e_i = v_{i-1}v_i$ adalah sisi di G , v_0 disebut titik awal, v_n adalah titik akhir dan $v_1, v_2, v_3, \dots, v_{n-1}$ disebut *titik interval*. Sedangkan n menyatakan panjang dari W (Chartrand dan Lesniak, 1986:26).

Sebagai contoh, perhatikan gambar berikut:



Gambar 2.4 Graf H

Berdasarkan gambar 2.4 diperoleh jalan: $W_1 = v_1, e_1, v_2, e_2, v_3$ atau

$W_1 = v_1, v_2, v_3$. Dengan v_1 sebagai titik awal, v_3 sebagai titik akhir, dan v_2

sebagai titik interval. $W_2 = v_1, v_2, v_4, v_5, v_4, v_3$ juga merupakan jalan di H ,

sedangkan $W_3 = v_1, v_4, v_2, v_5$ adalah bukan jalan, karena tidak terdapat sisi antara (v_1, v_4) di H .

Definisi 6:

Jalan $u-v$ yang semua sisinya berbeda (dilalui tepat satu kali) disebut *trail* $u-v$ (Chartrand dan Lesniak, 1986:26).

Berdasarkan gambar 2.4 diperoleh bahwa W_1 merupakan *trail* di H karena semua sisinya dilalui tepat satu kali, sedangkan W_2 bukan *trail* di H karena sisi e_8 dilalui lebih dari satu kali.

Definisi 7:

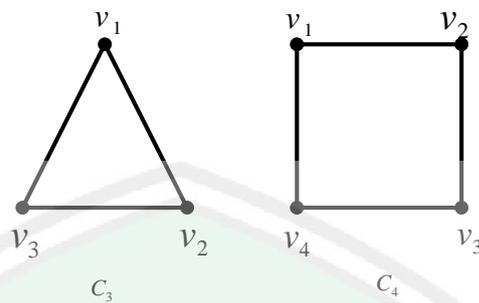
Jalan $u-v$ yang semua titiknya berbeda disebut lintasan (*path*) $u-v$ (Chartrand dan Lesniak, 1986:26).

Berdasarkan gambar 2.4 diperoleh bahwa W_1 merupakan *path* di H karena semua titik dilalui tepat satu kali, sedangkan W_2 bukan *path* di H karena titik v_4 dilalui lebih dari satu kali.

2.4 Graf Sikel

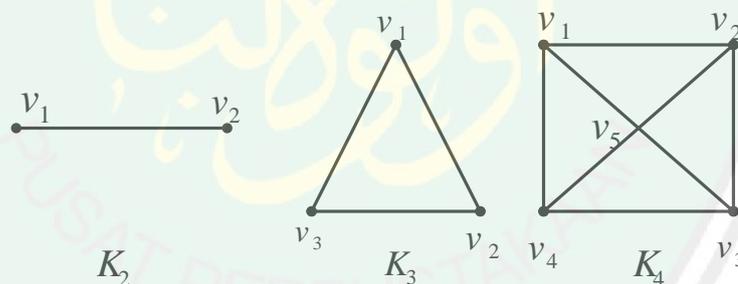
Graf sikel adalah graf yang berawal dan berakhir pada titik yang sama dengan sisi yang berbeda. Graf sikel dengan n titik, dinotasikan dengan C_n , jumlah titik minimal pada graf sikel adalah 3 (Chartrand dan Lesniak, 1986:28).

Diberikan beberapa contoh dari graf sikel:

Gambar 2.5 Graf Sikel C_3 dan C_4

2.5 Graf Komplit

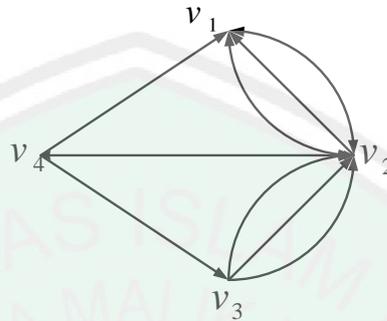
“Graf komplit adalah graf yang setiap titiknya saling terhubung langsung kesemua titik yang lain. Graf komplit dengan n titik dilambangkan dengan K_n . Dengan demikian, maka graf merupakan graf K_n beraturan- $(n - 1)$ dengan $p = n$ dan $q = \frac{n(n-1)}{2} = \binom{n}{2}$ ” (Abdussakir, 2009:21).

Gambar 2.6 Graf Komplit K_2, K_3, K_4

2.6 Graf Berarah

Graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut graf berarah. Pada graf berarah, (u, v) dan (v, u) menyatakan dua bidak busur yang berbeda. Untuk busur (u, v) , simpul u dinamakan simpul asal (*initial vertex*) dan simpul v dinamakan simpul terminal (*terminal vertex*). Sedangkan graf yang

tidak mempunyai orientasi arah disebut graf tak-berarah, urutan pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi tidak diperhatikan (Munir, 2005:358).



Gambar 2.7 Graf Berarah

Pada graf berarah, derajat simpul v dinyatakan dengan:

$deg_{in}(v)$ = derajat masuk (*in degree*) = jumlah busur yang masuk ke simpul v ,

$deg_{out}(v)$ = derajat keluar (*out degree*) = jumlah busur yang keluar dari simpul v (Munir, 2005:367).

Dan $deg(v) = deg_{in}(v) + deg_{out}(v)$

Derajat setiap simpul pada gambar graf berarah di atas adalah :

$$deg_{in}(v_1) = 4; deg_{out}(v_1) = 2$$

$$deg_{in}(v_2) = 5; deg_{out}(v_2) = 4$$

$$deg_{in}(v_3) = 1; deg_{out}(v_3) = 3$$

$$deg_{in}(v_4) = 1; deg_{out}(v_4) = 2$$

Sehingga:

$$deg(v_1) = deg_{in}(v_1) + deg_{out}(v_1) = 4 + 2 = 6$$

$$deg(v_2) = deg_{in}(v_2) + deg_{out}(v_2) = 5 + 4 = 9$$

$$deg(v_3) = deg_{in}(v_3) + deg_{out}(v_3) = 1 + 3 = 4$$

$$deg(v_4) = deg_{in}(v_4) + deg_{out}(v_4) = 1 + 2 = 3$$

2.7 Permainan Catur

Permainan catur merupakan suatu model perang, yaitu perang di atas papan catur. Merupakan pelajaran yang sangat berharga untuk mengembangkan keberanian, ketelitian, daya tahan fisik maupun mental, kekuatan, nilai-nilai keputusan, melalui jalur peperangan di atas papan catur (Harun, 1985:27)

Permainan catur merupakan permainan yang cukup rumit. Kerumitan ini meliputi beberapa hal. Pertama, pemain harus mengerti aturan gerak langkah masing-masing bidak catur. Misalnya benteng gerakannya lurus, luncur gerakannya diagonal, kuda gerakannya berbentuk hurul L, dan seterusnya. Kedua, aturan permainan, misal bagaimana cara memakan, teknik skak, skak mati dan sebagainya (tipografis.blogspot.com, 2009).

Bentuk bidak catur juga sempat berubah, awalnya bentuk bidak catur mirip manusia, kini bentuknya berubah menjadi abstrak. Tetapi, ketika memasuki Eropa, bidak catur kembali mengambil bentuk menyerupai manusia. Bidak-bidak catur mewakili sejumlah golongan pada abad pertengahan, antara lain:

1. Raja atau '*king*' mewakili raja yang merupakan pucuk pimpinan dan menentukan kalah menangnya pertarungan. Raja dalam permainan catur yang paling lemah karena jalan raja cuma 1 langkah. Apabila raja terancam, biasanya disebut skak atau skakmat.
2. Ratu atau '*queen*' mewakili ratu yang merupakan wanita paling berkuasa pada masa itu. Ratu leluasa untuk menyerang dan membunuh semua

musuh. Langkahnya bisa mendatar dan miring. Apabila terancam, biasanya disebut ster.

3. Menteri (luncur) yang dalam bahasa Inggris disebut '*bishop*' mewakili gereja yang menjadi lambang keagamaan pada abad pertengahan. Langkahnya miring kekiri dan kekanan.
4. Kuda atau '*knight*' mewakili ksatria yang senantiasa melindungi negara. Kuda dalam permainan catur langkahnya yang paling unik yaitu langkah dengan huruf L yang paling lincah.
5. Benteng atau '*rook*' mewakili rumah dan tempat berlindung. Langkahnya lurus ke depan dan ke samping.
6. Pion yang dalam bahasa Inggris disebut '*pawn*', mewakili budak yang pada masa itu selalu mengorbankan jiwa dan raganya. Dalam permainan catur ada 8 buah prajurit dan bisa berubah menggantikan ratu atau yang lainnya, asalkan bisa menembus ke kerajaan lain. Cara melangkahnya 1 langkah ke depan atau bisa 2 langkah awal permainan, pion membunuh musuhnya dengan cara ke pinggir (noretz-area.blogspot.com,2009:12)



Gambar 2.8 Bentuk-Bentuk Bidak Catur Putih

Langkah-langkah istimewa yang terjadi pada permainan catur (pasukan Putih berada pada posisi depan) antara lain:

1. Rokade

Rokade adalah cara melangkah Raja yang digabungkan dengan melangkahkan Benteng menjadi langkah tunggal. Maksud Rokade ialah menempatkan Raja pada tempat yang lebih aman. Terdapat Rokade Pendek dan Rokade Panjang. Rokade Pendek terjadi apabila langkah gabungan itu dilaksanakan di sebelah kanan Putih atau di sebelah kiri Hitam. Apabila Rokade terjadi di sebelah kiri Putih atau kanan Hitam disebut Rokade Panjang.

Syarat melakukan Rokade ialah:

- a. Antara Raja dan Benteng tidak terhalang;
- b. Jalan Raja tidak dalam pengawasan catur lawan;
- c. Raja tidak dalam keadaan diancam lawan;
- d. Raja dan Benteng belum pernah berpindah posisi;
- e. Raja melangkah terlebih dahulu lalu kemudian disusul oleh Benteng;

2. Promosi

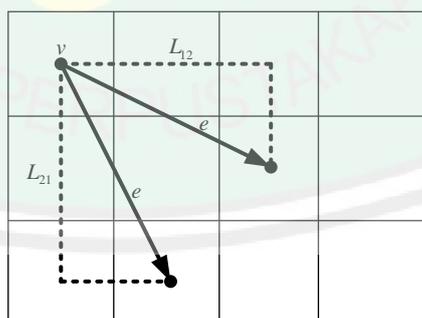
Promosi dalam permainan catur dapat diartikan sebagai pion yang berubah menjadi perwira. Setiap pion dapat naik pangkat setelah mencapai kotak terakhir. Pemain yang mempromosikan pionnya dapat memilih pangkat bagi pion tersebut.

3. *En Passant (e.p)*

Arti harfiah *en passant* ialah sambil lalu atau makan sambil lalu. *En passant* hanya terjadi jika pion pemain yang memukul pion lawan telah berada pada baris kelima (untuk Putih) atau di baris ketiga (untuk Hitam). Pion yang melalui pion lawan tersebut baru pertama kali melangkah dan melangkah dua kotak. Pion lawan harus berada pada kolom sebelah kanan atau kiri dari pion yang memukulnya. Memukulnya harus pada kesempatan pertama, jika tidak hak *en passant* batal (Harun, 1985:19-22).

Setiap kotak yang dilalui oleh bidak kuda pada papan catur dinyatakan sebagai titik dan untuk langkah kuda yang mungkin dinyatakan sebagai sisi. Bidak kuda yang digunakan dalam catur ini hanya satu, yang melangkah dengan 2 kemungkinan yaitu:

1. Satu baris dan 2 kolom (2 kolom dan 1 baris), yang biasanya disebut L_{12} .
2. Dua baris dan 1 kolom (1 kolom dan 2 baris), yang biasanya disebut L_{21} .



Gambar 2.9 Kemungkinan Posisi Bidak Kuda (v) pada Papan Catur

2.8 Papan Catur Ukuran $m \times n$

Papan catur yang akan digunakan pada penelitian ini bukanlah papan catur yang berukuran 8×8 , akan tetapi papan catur yang berukuran $m \times n$, dengan $m \geq 3$ dengan $n > m$ dan $m, n \in N$, misalnya 3×4 , 3×5 , 4×5 , 5×6 dan seterusnya.

2.9 *Sunnatullah* (Hukum Alam) dalam Islam

“*Sunnatullah* menurut bahasa adalah jalan, baik bagus maupun buruk, seperti yang tercantum dalam kitab *Lisanul Arab* karya Ibnu Mandzur. Disebutkan juga dalam kitab *An-Nihayah* karya Ibnu Al-Atsir, ‘Asal lafazh adalah *thariqah* dan *sirah* (jalan)’” (Zaidan, 2004:25).

“*Sunnatullah* adalah hukum-hukum, ketentuan, atau aturan Allah SWT yang sudah ditetapkan. *Sunnatullah* itu berlaku bagi seluruh ciptaan-Nya. Segala sesuatu tunduk pada *sunnatullah*, baik dalam suka atau tidak suka, terpaksa atau tidak terpaksa. *Sunnatullah* terus berlaku sejak dahulu sampai sekarang, dan seterusnya” (Hamdani, 2008:184).

Sebagaimana firman Allah dalam surat Al-Ahzaab ayat 62, yang berbunyi:

سُنَّةَ اللَّهِ فِي الَّذِينَ خَلَوْا مِنْ قَبْلُ وَلَنْ تَجِدَ لِسُنَّةِ اللَّهِ تَبْدِيلًا ﴿٦٢﴾

Artinya: “Sebagai sunnah Allah yang berlaku atas orang-orang yang telah terdahulu sebelum(mu), dan kamu sekali-kali tiada akan mendapati perubahan pada sunnah Allah” (Al-Ahzaab:62).

Dan surat Al-Fath ayat 23, yang berbunyi:

سُنَّةَ اللَّهِ الَّتِي قَدْ خَلَتْ مِنْ قَبْلُ وَلَنْ تَجِدَ لِسُنَّةِ اللَّهِ تَبْدِيلًا ﴿٢٣﴾

Artinya “Sebagai suatu *sunnatullah* yang telah berlaku sejak dahulu, kamu sekali-kali tiada akan menemukan perubahan bagi *sunnatullah* itu” (Al Fath: 23).

Manusia yang diberi otak, dapat berpikir, dan bila sudah dikehendakinya pasti mampu menerangkan hukum-hukum alam secara logis sehingga menjadi ilmu pengetahuan; misalnya ilmu pengetahuan alam, seperti ilmu Matematika, ilmu Biologi dan sebagainya. Allah SWT telah menetapkan hukum alam ini cukup satu kali, tidak akan mengubah-ubahnya, serta tidak akan ada penyimpangan-penyimpangan. Apapun bentuk kegiatan yang muncul pasti akan mengikuti *sunnatullah*.

Sunnatullah pasti berlaku teratur dan tidak mungkin menyimpang. Sebagai buktinya, Allah SWT menceritakan kepada manusia tentang kisah-kisah umat terdahulu dan apa yang menimpanya, supaya manusia dapat mengambil pelajaran dan tidak melakukan hal yang sama agar terhindar dari apa yang telah menimpa mereka. Jika *sunnatullah* itu tidak berlaku umum maka akan sia-sialah *i'tibar* itu. Ayat-ayat yang menyuruh manusia untuk ber-*i'tibar* di antaranya, “Maka ambillah (kejadian itu) untuk menjadi pelajaran, hai orang-orang yang mempunyai pandangan” (Al-Hasyr: 2).

Sunnatullah itu bersifat *statis*, berlaku teratur dan menyeluruh, tidak berlaku hanya pada seseorang tanpa yang lainnya. Jika *sunnatullah* itu tidak statis, tidak berlaku teratur dan tidak menyeluruh, niscaya tidak ada artinya kisah-kisah umat terdahulu dan perintah mengambil pelajaran darinya. Tetapi, apa yang berlaku pada mereka akan berlaku pula pada yang lainnya jika mengerjakan apa yang mereka kerjakan (Zaidan, 2004:27).

Semua yang terjadi dalam hidup ini adalah dengan takdir Allah SWT, yang ditakdirkan sesuai dengan hikmah dan menurut *sunnah-Nya* yang telah

ditetapkan. Misalkan penemuan-penemuan yang dilakukan manusia, sebenarnya manusia bukanlah membuat suatu hal yang baru. Pada hakikatnya mereka hanya mencari persamaan-persamaan atau rumus-rumus yang berlaku pada suatu kejadian. Sebagaimana sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat Al-Qamar ayat 49 yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*” (Al-Qamar:49).

Ayat di atas menerangkan bahwa seluruh makhluk yang ada adalah ciptaan Allah SWT, diciptakan menurut kehendak dan ketentuan yang disesuaikan dengan hukum-hukum yang ditetapkan-Nya untuk alam semesta, yang dikenal dengan sunnatullah. Dalam ayat lain yang bersamaan maksudnya, Allah SWT berfirman dalam Al-Qur’an surat Al-Furqan ayat 2:

وَحَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya: “*Dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya*” (Al-Furqan:2).

Menurut Al-Qurthubi (2009:7)

فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا berarti “*Dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya,*” maksudnya adalah, menetapkan segala sesuatu dari apa yang diciptakan sesuai dengan hikmah yang diinginkan-Nya, dan bukan karena nafsu dan kelalaian, melainkan segala sesuatu berjalan sesuai dengan ketentuan-Nya hingga hari Kiamat dan setelah Kiamat. Karena Allah SWT Sang Pencipta Yang Maha Kuasa, dan untuk itulah manusia beribadah.

Dan sesuai pula dengan surat Al-A'laa ayat 2-3:

الَّذِي خَلَقَ فَسَوَّىٰ ﴿٢﴾ وَالَّذِي قَدَّرَ فَهَدَىٰ ﴿٣﴾

Artinya: “Yang Menciptakan, dan menyempurnakan (penciptaan-Nya), dan yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk.” (Al-A'la: 2-3).

Firman Allah SWT, *الَّذِي خَلَقَ فَسَوَّىٰ* “Yang menciptakan dan menyempurnakan (penciptaan-Nya).” Maksudnya adalah menyempurnakan apa yang diciptakan, tidak ada kecacatan dalam ciptaan-Nya.

والَّذِي قَدَّرَ فَهَدَىٰ “ dan yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk.” Mujahid berkata, “Dia menentukan kecelakaan dan kebahagiaan, dan memberi petunjuk kepada kebenaran dan kesesatan.” Diriwayatkan dari Mujahid juga, dia berkata, “ Dia memberi petunjuk kepada manusia kepada kebahagiaan dan kecelakaan dan memberi petunjuk kepada binatang kepada tempat-tempat penggembalaan.”

“*قَدَّرَ فَهَدَىٰ*” adalah menentukan untuk setiap binatang apa yang bagus baginya dan memberinya petunjuk kepada apa yang bagus tersebut, serta memperkenalkan kepadanya cara memanfaatkannya (Al-Qurthubi, 2009:306).

BAB III PEMBAHASAN

3.1 Menentukan Banyaknya Langkah Kuda pada Papan Catur Berukuran

$m \times n$

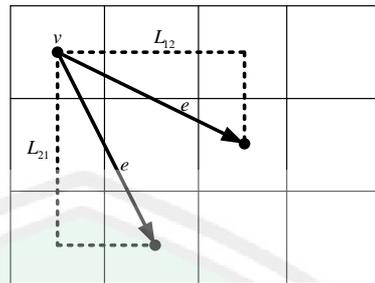
Salah satu contoh papan catur yang akan di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

b_1k_1	b_1k_2	b_1k_3	...	b_1k_n
b_2k_1	b_2k_2	b_2k_3	...	b_2k_n
⋮	⋮	⋮		⋮
b_mk_1	b_mk_2	b_mk_3	...	b_mk_n

Gambar 3.1 Papan Catur Ukuran $m \times n$

Keterangan:

b_ik_j menyatakan bahwa kotak catur pada posisi baris ke- i dan kolom ke- j , $i, j \in N$, dan a_{ij} menunjukkan banyaknya sisi yang terkait langsung pada setiap titik (derajat titik), pada penelitian ini posisi bidak kuda disimbolkan dengan titik dan setiap langkah kuda yang mungkin disimbolkan dengan sisi yang menghubungkan pada tiap titik.

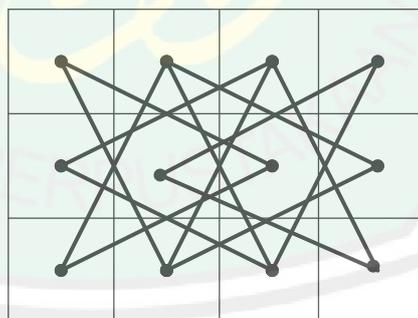


Gambar 3.2 Kemungkinan Langkah Kuda pada b_1k_1

Kemungkinan langkah kuda pada setiap kotak catur bisa berbeda, hal ini terjadi disebabkan oleh ukuran papan yang berbeda dan kemungkinan pada setiap kotaknya. Berdasarkan sudut pandang kolom diperoleh bahwa kemungkinan-kemungkinan langkah kuda tersebut adalah sebagai berikut:

1. Papan Catur Berukuran 3×4

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 3×4 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.3 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×4

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	3	2
2	2	2	2
2	3	3	2

Gambar 3.4 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×4

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{14} = 2$$

$$a_{21} = a_{24} = 2$$

$$a_{31} = a_{34} = 2$$

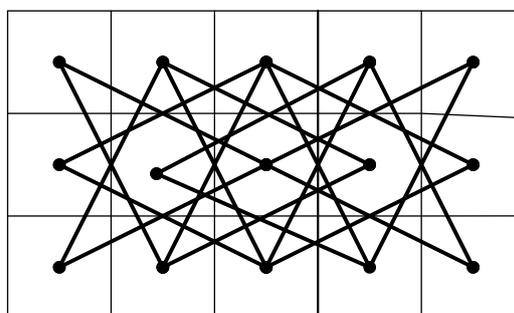
$$a_{12} = a_{13} = 3$$

$$a_{22} = a_{23} = 2$$

$$a_{32} = a_{33} = 3$$

2. Papan Catur Berukuran 3×5

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 3×5 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.5 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×5

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	3	2
2	2	4	2	2
2	3	4	3	2

Gambar 3.6 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×5

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{15} = 2$$

$$a_{21} = a_{25} = 2$$

$$a_{31} = a_{35} = 2$$

$$a_{12} = a_{14} = 3$$

$$a_{22} = a_{24} = 2$$

$$a_{32} = a_{34} = 3$$

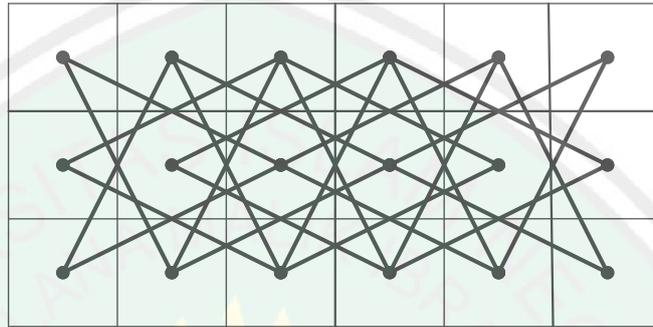
$$a_{13} = 4$$

$$a_{23} = 4$$

$$a_{33} = 4$$

3. Papan Catur Berukuran 3×6

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 3×6 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.7 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×6

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	3	2
2	2	4	4	2	2
2	3	4	4	3	2

Gambar 3.8 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×6

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{16} = 2$$

$$a_{21} = a_{26} = 2$$

$$a_{31} = a_{36} = 2$$

$$a_{12} = a_{14} = 3$$

$$a_{22} = a_{25} = 2$$

$$a_{32} = a_{35} = 3$$

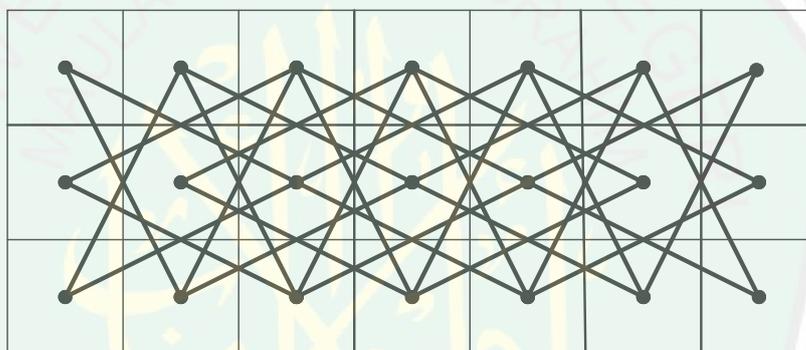
$$a_{13} = a_{14} = 4$$

$$a_{23} = a_{24} = 4$$

$$a_{33} = a_{34} = 4$$

4. Papan Catur Berukuran 3×7

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 3×7 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.9 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×7

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	4	3	2
2	2	4	4	4	2	2
2	3	4	4	4	3	2

Gambar 3.10 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 3×7

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{17} = 2$$

$$a_{21} = a_{27} = 2$$

$$a_{31} = a_{37} = 2$$

$$a_{12} = a_{16} = 3$$

$$a_{22} = a_{26} = 2$$

$$a_{32} = a_{36} = 3$$

$$a_{13} = a_{15} = 4$$

$$a_{23} = a_{25} = 4$$

$$a_{33} = a_{35} = 4$$

$$a_{14} = 4$$

$$a_{24} = 4$$

$$a_{34} = 4$$

Secara umum dapat dinyatakan bahwa papan catur berukuran $3 \times n$ memiliki persamaan sebagai berikut:

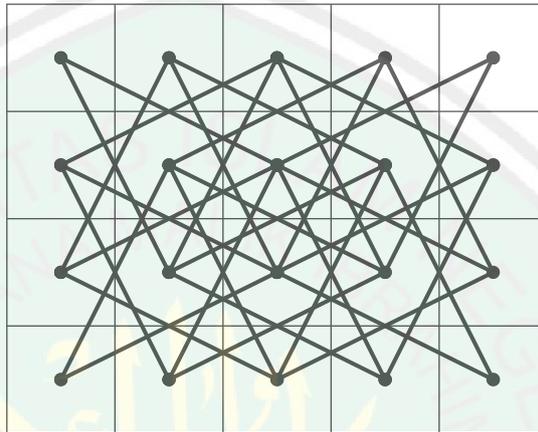
$$a_{i1} = a_{in} = a_{22} = a_{2(n-1)} = 2$$

$$a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{32} = a_{3(n-1)} = 3$$

$$a_{ij} = 4, j = 3, 4, \dots, n - 2, \text{ untuk semua } i \text{ dan } n > 4$$

5. Papan Catur Berukuran 4×5

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 4×5 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.11 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 4×5

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	3	2
3	4	6	4	3
3	4	6	4	3
2	3	4	3	2

Gambar 3.12 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 4×5

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{15} = 2$$

$$a_{21} = a_{25} = 3$$

$$a_{31} = a_{35} = 3$$

$$a_{41} = a_{45} = 2$$

$$a_{12} = a_{14} = 3$$

$$a_{22} = a_{24} = 4$$

$$a_{32} = a_{34} = 4$$

$$a_{42} = a_{44} = 3$$

$$a_{13} = 4$$

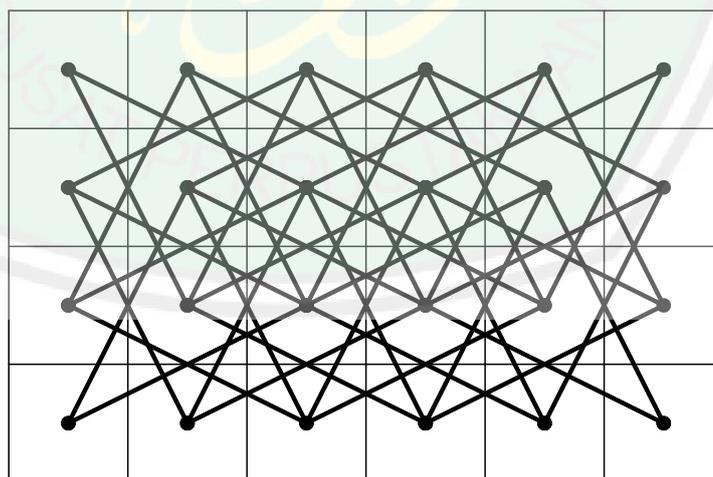
$$a_{23} = 6$$

$$a_{33} = 6$$

$$a_{43} = 4$$

6. Papan Catur Berukuran 4×6

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 4×6 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.13 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 4×6

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	3	2
3	4	6	6	4	3
3	4	6	6	4	3
2	3	4	4	3	2

Gambar 3.14 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 4×6

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{16} = 2$$

$$a_{21} = a_{26} = 3$$

$$a_{31} = a_{36} = 3$$

$$a_{41} = a_{46} = 2$$

$$a_{12} = a_{15} = 3$$

$$a_{22} = a_{25} = 4$$

$$a_{32} = a_{35} = 4$$

$$a_{42} = a_{45} = 3$$

$$a_{13} = a_{14} = 4$$

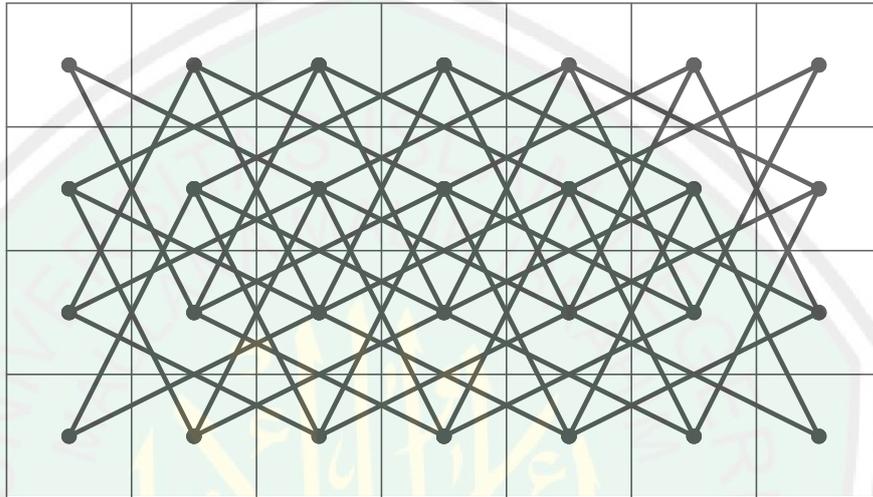
$$a_{23} = a_{24} = 6$$

$$a_{33} = a_{34} = 6$$

$$a_{43} = a_{44} = 4$$

7. Papan Catur Berukuran 4×7

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 4×7 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.15 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 4×7

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	4	3	2
3	4	6	6	6	4	3
3	4	6	6	6	4	3
2	3	4	4	4	3	2

Gambar 3.16 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 4×7

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{17} = 2$$

$$a_{21} = a_{27} = 3$$

$$a_{31} = a_{37} = 3$$

$$a_{41} = a_{47} = 2$$

$$a_{12} = a_{16} = 3$$

$$a_{22} = a_{26} = 4$$

$$a_{32} = a_{36} = 4$$

$$a_{42} = a_{46} = 3$$

$$a_{13} = a_{15} = 4$$

$$a_{23} = a_{25} = 6$$

$$a_{33} = a_{35} = 6$$

$$a_{43} = a_{45} = 4$$

$$a_{14} = 4$$

$$a_{24} = 6$$

$$a_{34} = 6$$

$$a_{44} = 4$$

Secara umum dapat dinyatakan bahwa papan catur berukuran $4 \times n$ memiliki persamaan sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{1n} = a_{41} = a_{4n} = 2$$

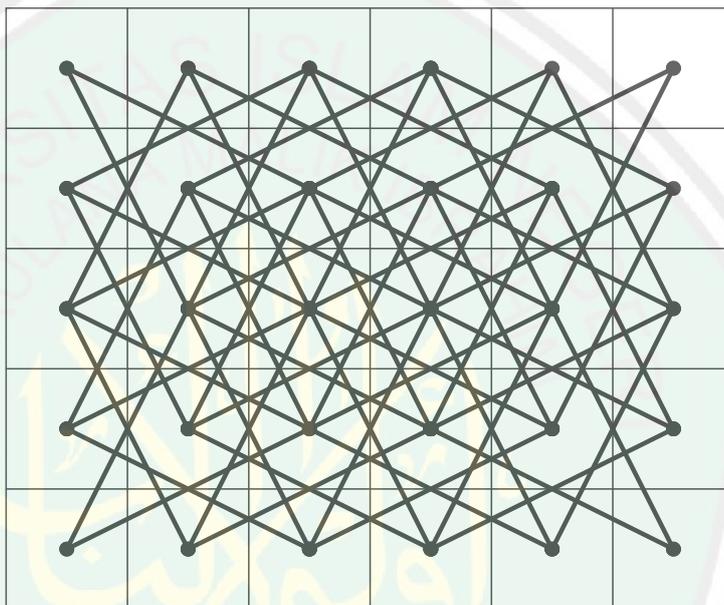
$$a_{2j} = a_{3j} = 6, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$$

$$a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{31} = a_{3n} = a_{42} = a_{4(n-1)} = 3$$

$$a_{1j} = a_{4j} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{32} = a_{3(n-1)} = 4, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$$

8. Papan Catur Berukuran 5×6

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 5×6 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.17 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 5×6

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	3	2
3	4	6	6	4	3
4	6	8	8	6	4
3	4	6	6	4	3
2	3	4	4	3	2

Gambar 3.18 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 5×6

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{16} = 2$$

$$a_{21} = a_{26} = 3$$

$$a_{31} = a_{36} = 4$$

$$a_{41} = a_{46} = 3$$

$$a_{51} = a_{56} = 2$$

$$a_{12} = a_{15} = 3$$

$$a_{22} = a_{25} = 4$$

$$a_{32} = a_{35} = 6$$

$$a_{42} = a_{45} = 4$$

$$a_{52} = a_{55} = 3$$

$$a_{13} = a_{14} = 4$$

$$a_{23} = a_{24} = 6$$

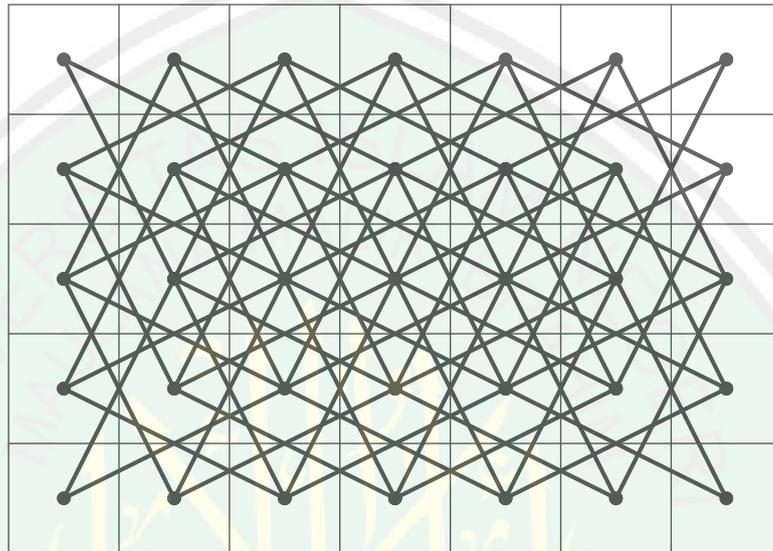
$$a_{33} = a_{34} = 8$$

$$a_{43} = a_{44} = 6$$

$$a_{53} = a_{54} = 4$$

9. Papan Catur Berukuran 5×7

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 5×7 dapat dituliskan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.19 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 5×7

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	4	3	2
3	4	6	6	6	4	3
4	6	8	8	8	6	4
3	4	6	6	6	4	3
2	3	4	4	4	3	2

Gambar 3.20 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 5×7

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{17} = 2$$

$$a_{21} = a_{27} = 3$$

$$a_{31} = a_{37} = 4$$

$$a_{41} = a_{47} = 3$$

$$a_{51} = a_{57} = 2$$

$$a_{12} = a_{16} = 3$$

$$a_{22} = a_{26} = 4$$

$$a_{32} = a_{36} = 6$$

$$a_{42} = a_{46} = 4$$

$$a_{52} = a_{56} = 3$$

$$a_{13} = a_{15} = 4$$

$$a_{23} = a_{25} = 6$$

$$a_{33} = a_{35} = 8$$

$$a_{43} = a_{45} = 6$$

$$a_{53} = a_{55} = 4$$

$$a_{14} = 4$$

$$a_{24} = 6$$

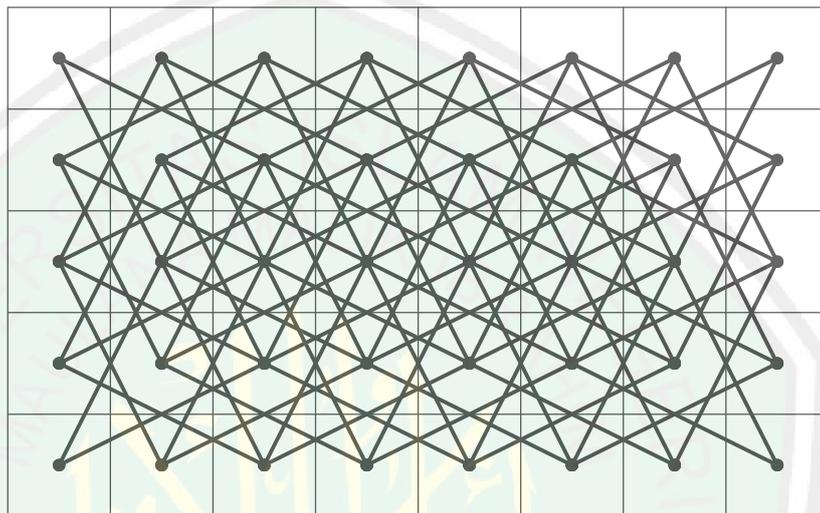
$$a_{34} = 8$$

$$a_{44} = 6$$

$$a_{54} = 4$$

10. Papan Catur Berukuran 5×8

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 5×8 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.21 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 5×8

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	4	4	3	2
3	4	6	6	6	6	4	3
4	6	8	8	8	8	6	4
3	4	6	6	6	6	4	3
2	3	4	4	4	4	3	2

Gambar 3.22 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 5×8

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{18} = 2$$

$$a_{21} = a_{28} = 3$$

$$a_{31} = a_{38} = 4$$

$$a_{41} = a_{48} = 3$$

$$a_{51} = a_{58} = 2$$

$$a_{12} = a_{17} = 3$$

$$a_{22} = a_{27} = 4$$

$$a_{32} = a_{37} = 6$$

$$a_{42} = a_{47} = 4$$

$$a_{52} = a_{57} = 3$$

$$a_{13} = a_{46} = 4$$

$$a_{23} = a_{26} = 6$$

$$a_{33} = a_{36} = 8$$

$$a_{43} = a_{46} = 6$$

$$a_{53} = a_{56} = 4$$

$$a_{14} = a_{15} = 4$$

$$a_{24} = a_{25} = 6$$

$$a_{34} = a_{35} = 8$$

$$a_{44} = a_{45} = 6$$

$$a_{54} = a_{55} = 4$$

Secara umum dapat dinyatakan bahwa papan catur berukuran $5 \times n$ memiliki persamaan sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{1n} = a_{51} = a_{5n} = 2$$

$$a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{41} = a_{4n} = a_{52} = a_{5(n-1)} = 3$$

$$a_{1j} = a_{5j} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{31} = a_{3n} = a_{42} = a_{4(n-1)} = 4,$$

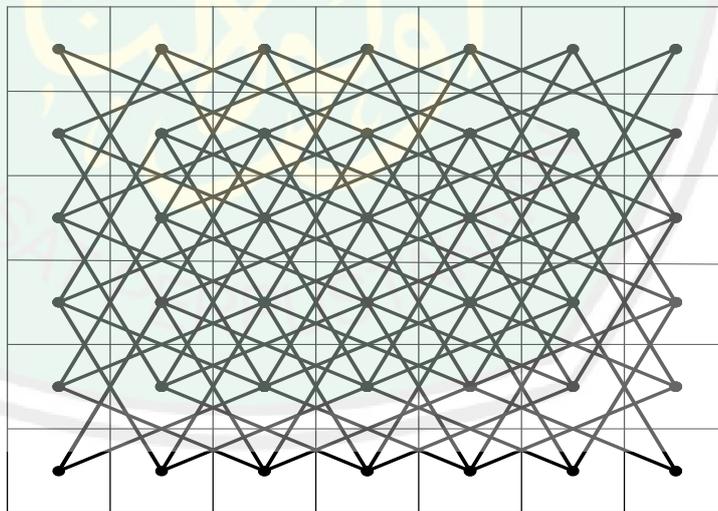
$$j = 3, 4, \dots, n - 2$$

$$a_{2j} = a_{4j} = a_{32} = a_{3(n-1)} = 6, j = 3, 4, \dots, n - 2$$

$$a_{3j} = 8, j = 3, 4, \dots, n - 2$$

11. Papan Catur Berukuran 6×7

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 6×7 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.23 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 6×7

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	4	3	2
3	4	6	6	6	4	3
4	6	8	8	8	6	4
4	6	8	8	8	6	4
3	4	6	6	6	4	3
2	3	4	4	4	3	2

Gambar 3.24 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 6×7

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{17} = 2$$

$$a_{21} = a_{27} = 3$$

$$a_{31} = a_{37} = 4$$

$$a_{41} = a_{47} = 4$$

$$a_{51} = a_{57} = 3$$

$$a_{61} = a_{67} = 2$$

$$a_{12} = a_{16} = 3$$

$$a_{22} = a_{26} = 4$$

$$a_{32} = a_{36} = 6$$

$$a_{42} = a_{46} = 6$$

$$a_{52} = a_{56} = 4$$

$$a_{62} = a_{67} = 3$$

$$a_{13} = a_{15} = 4$$

$$a_{23} = a_{25} = 6$$

$$a_{33} = a_{35} = 8$$

$$a_{43} = a_{45} = 8$$

$$a_{53} = a_{55} = 6$$

$$a_{63} = a_{67} = 4$$

$$a_{14} = 4$$

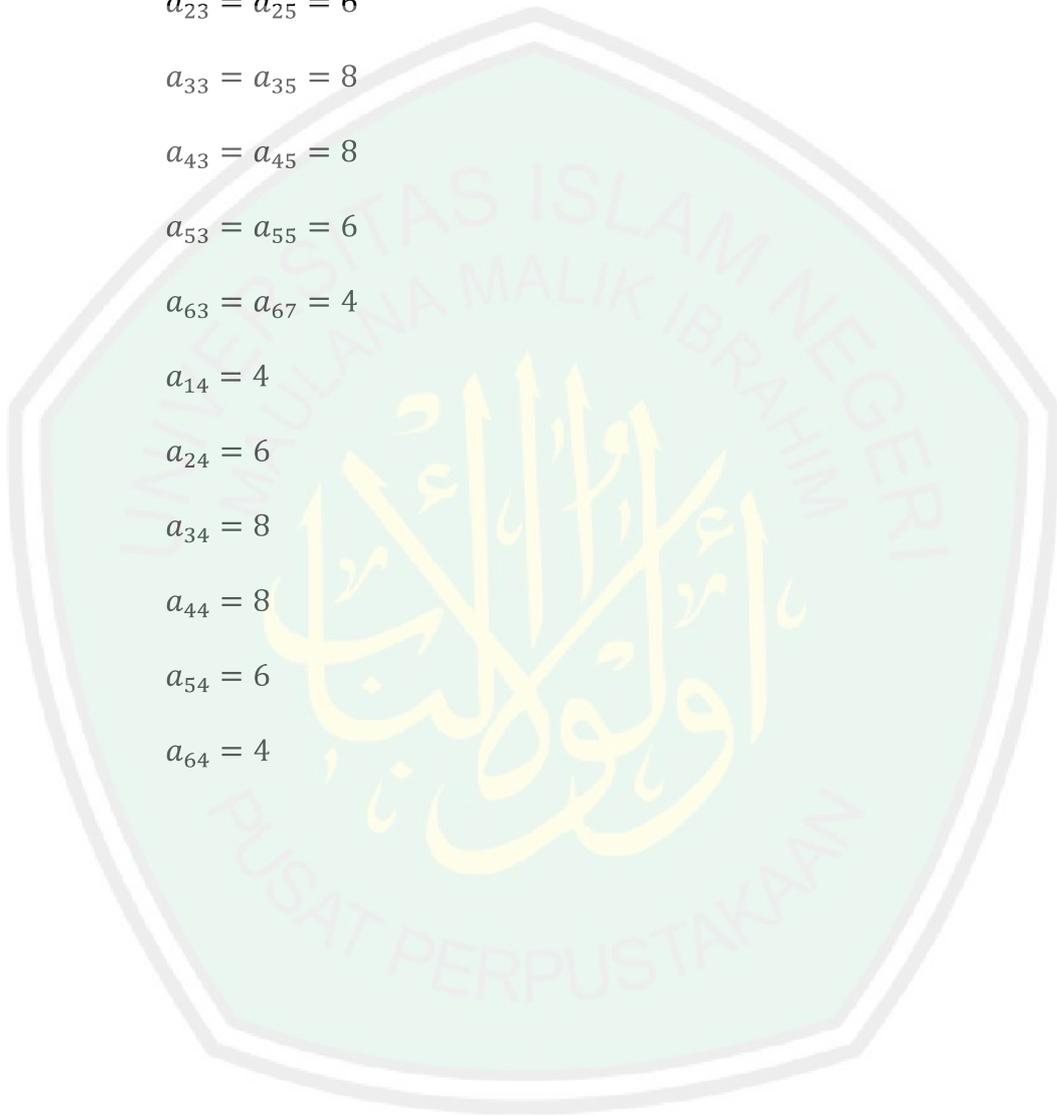
$$a_{24} = 6$$

$$a_{34} = 8$$

$$a_{44} = 8$$

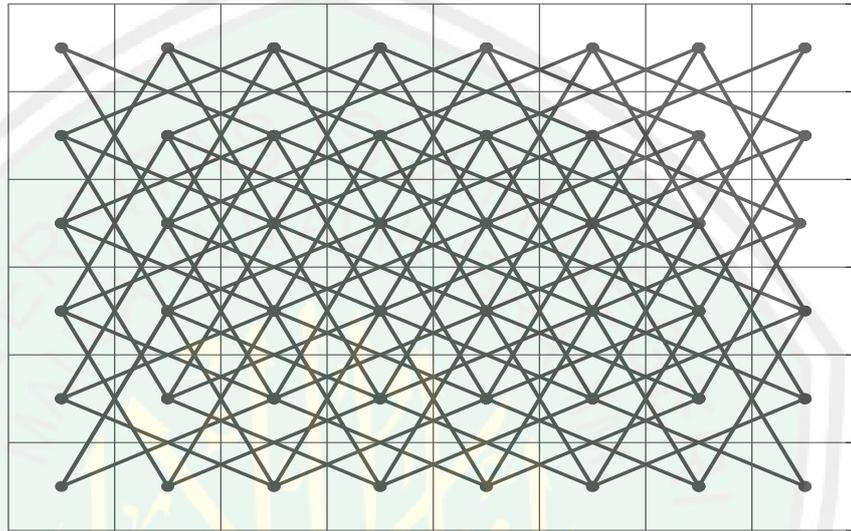
$$a_{54} = 6$$

$$a_{64} = 4$$



12. Papan Catur Berukuran 6×8

Langkah kuda yang mungkin terjadi pada papan catur ukuran 6×8 dapat digambarkan dalam bentuk graf sebagai berikut:



Gambar 3.25 Graf Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 6×8

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	4	4	3	2
3	4	6	6	6	6	4	3
4	6	8	8	8	8	6	4
4	6	8	8	8	8	6	4
3	4	6	6	6	6	4	3
2	3	4	4	4	4	3	2

Gambar 3.26 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran 6×8

Kemungkinannya apabila dituliskan dalam bentuk persamaan, sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{18} = 2$$

$$a_{21} = a_{28} = 3$$

$$a_{31} = a_{38} = 4$$

$$a_{41} = a_{48} = 4$$

$$a_{51} = a_{58} = 4$$

$$a_{61} = a_{68} = 3$$

$$a_{12} = a_{17} = 3$$

$$a_{22} = a_{27} = 4$$

$$a_{32} = a_{37} = 6$$

$$a_{42} = a_{47} = 6$$

$$a_{52} = a_{57} = 4$$

$$a_{62} = a_{67} = 3$$

$$a_{13} = a_{16} = 4$$

$$a_{23} = a_{26} = 6$$

$$a_{33} = a_{36} = 8$$

$$a_{43} = a_{46} = 8$$

$$a_{53} = a_{56} = 6$$

$$a_{63} = a_{66} = 4$$

$$a_{14} = a_{15} = 4$$

$$a_{24} = a_{25} = 6$$

$$a_{34} = a_{35} = 8$$

$$a_{44} = a_{45} = 8$$

$$a_{54} = a_{55} = 6$$

$$a_{64} = a_{65} = 4$$

Secara umum dapat dinyatakan bahwa papan catur berukuran $6 \times n$ memiliki persamaan sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{1n} = a_{61} = a_{6n} = 2$$

$$a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{51} = a_{5n} = a_{62} = a_{6(n-1)} = 3$$

$$a_{1j} = a_{6j} = a_{31} = a_{3n} = a_{41} = a_{4n} = a_{52} = a_{5(n-1)} = 4, \quad j = 3, 4, \dots, n-2$$

$$a_{2j} = a_{5j} = a_{32} = a_{3(n-1)} = a_{42} = a_{4(n-1)} = 6, \quad j = 3, 4, \dots, n-2$$

$$a_{3j} = a_{4j} = 8, \quad j = 3, 4, \dots, n-2$$

13. Papan Catur Berukuran $7 \times n$

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	...	4	4	3	2
3	4	6	6	...	6	6	4	3
4	6	8	8	...	8	8	6	4
4	6	8	8	...	8	8	6	4
4	6	8	8	...	8	8	6	4
3	4	6	6	...	6	6	4	3
2	3	4	4	...	4	4	3	2

Gambar 3.27 Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda pada Papan Catur Ukuran $7 \times n$

Secara umum dapat dinyatakan bahwa papan catur berukuran $7 \times n$ memiliki persamaan sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{1n} = a_{71} = a_{7n} = 2$$

$$a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{61} = a_{6n} = a_{72} = a_{7(n-1)} = 3$$

$$a_{i1} = a_{in} = a_{1j} = a_{7j} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{62} = a_{6(n-1)} = 4,$$

dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$

$$a_{i2} = a_{i(n-1)} = a_{2j} = a_{6j} = 6, i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$$

$$a_{ij} = 8, i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } m > 4$$

14. Papan Catur Berukuran $8 \times n$

Langkah-langkah kuda tersebut dapat digambarkan dalam papan catur sebagai berikut:

2	3	4	4	...	4	4	3	2
3	4	6	6	...	6	6	4	3
4	6	8	8	...	8	8	6	4
4	6	8	8	...	8	8	6	4
4	6	8	8	...	8	8	6	4
4	6	8	8	...	8	8	6	4
3	4	6	6	...	6	6	4	3
2	3	4	4	...	4	4	3	2

Gambar 3.28 Graf pada Papan Catur Ukuran $8 \times n$

Secara umum dapat dinyatakan bahwa papan catur berukuran $8 \times n$ memiliki persamaan sebagai berikut:

$$a_{11} = a_{1n} = a_{81} = a_{8n} = 2$$

$$a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{71} = a_{7n} = a_{82} = a_{8(n-1)} = 3$$

$$a_{i1} = a_{in} = a_{1j} = a_{8j} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{72} = a_{7(n-1)} = 4,$$

dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$

$$a_{i2} = a_{i(n-1)} = a_{2j} = a_{7j} = 6, i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$$

$$a_{ij} = 8, i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } m > 4$$

Kemungkinan langkah kuda pada beberapa ukuran papan catur di atas, dapat dibuat tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kemungkinan Banyaknya Langkah Kuda

Ukuran Papan Catur	Banyaknya Kemungkinan Langkah Kuda
$3 \times n$	$a_{i1} = a_{in} = a_{22} = a_{2(n-1)} = 2$ $a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{32} = a_{3(n-1)} = 3$ $a_{ij} = 4, j = 3, 4, \dots, n - 2, \text{ untuk semua } i \text{ dan } n > 4$
$4 \times n$	$a_{11} = a_{1n} = a_{41} = a_{4n} = 2$ $a_{2j} = a_{3j} = 6, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$ $a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{31} = a_{3n}$ $= a_{42} = a_{4(n-1)} = 3$ $a_{1j} = a_{4j} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{32} = a_{3(n-1)}$ $= 4, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$

$5 \times n$	$a_{11} = a_{1n} = a_{51} = a_{5n} = 2$ $a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{41} = a_{4n} = a_{52}$ $= a_{5(n-1)} = 3$ $a_{1j} = a_{5j} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{31} = a_{3n} = a_{42}$ $= a_{4(n-1)} = 4, j = 3, 4, \dots, n - 2$ $a_{2j} = a_{4j} = a_{32} = a_{3(n-1)} = 6,$ $j = 3, 4, \dots, n - 2$ $a_{3j} = 8, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$
$6 \times n$	$a_{11} = a_{1n} = a_{61} = a_{6n} = 2$ $a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{51} = a_{5n} = a_{62}$ $= a_{6(n-1)} = 3$ $a_{1j} = a_{6j} = a_{31} = a_{3n} = a_{41} = a_{4n} = a_{52}$ $= a_{5(n-1)} = 4, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$ $a_{2j} = a_{5j} = a_{32} = a_{3(n-1)} = a_{42}$ $= a_{4(n-1)} = 6, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$ $a_{3j} = a_{4j} = 8, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$
$7 \times n$	$a_{11} = a_{1n} = a_{71} = a_{7n} = 2$ $a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{61} = a_{6n} = a_{72}$ $= a_{7(n-1)} = 3$ $a_{i1} = a_{in} = a_{1j} = a_{7j} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{62}$ $= a_{6(n-1)} = 4,$ <p>dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$</p>

	$a_{i2} = a_{i(n-1)} = a_{2j} = a_{6j} = 6,$ $i = 3, 4, \dots, m - 2, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$ $a_{ij} = 8, i = 3, 4, \dots, m - 2,$ $j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } m > 4$
$8 \times n$	$a_{11} = a_{1n} = a_{81} = a_{8n} = 2$ $a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{21} = a_{2n} = a_{71} = a_{7n} = a_{82}$ $= a_{8(n-1)} = 3$ $a_{i1} = a_{in} = a_{1j} = a_{8j} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{72}$ $= a_{7(n-1)} = 4,$ <p>dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$</p> $a_{i2} = a_{i(n-1)} = a_{2j} = a_{7j} = 6,$ $i = 3, 4, \dots, m - 2, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$ $a_{ij} = 8,$ $i = 3, 4, \dots, m - 2, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2$ <p>dan $m > 4$</p>

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh bahwa kemungkinan banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur ukuran $m \times n$ dengan aturan $n > m, m \geq 3$ dan $m, n \in \mathbb{N}$, secara umum dapat dinyatakan bahwa:

3. Untuk $m = 3$

$$a_{i1} = a_{in} = a_{22} = a_{2(n-1)} = 2$$

$$a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{32} = a_{3(n-1)} = 3$$

$$a_{ij} = 4, j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } n > 4$$

4. Untuk $m > 3$

$$a_{11} = a_{1n} = a_{m1} = a_{mn} = 2$$

$$a_{12} = a_{21} = a_{1(n-1)} = a_{(m-1)1} = a_{2n} = a_{m2} = a_{(m-1)n} = a_{m(n-1)} = 3$$

$$a_{i1} = a_{in} = a_{1j} = a_{mj} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{(m-1)2} = a_{(m-1)(n-1)} = 4$$

dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$

$$a_{i2} = a_{i(n-1)} = a_{2j} = a_{(m-1)j} = 6 \text{ dengan } i = 3, 4, \dots, m - 2,$$

$j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$

$$a_{ij} = 8, i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } m > 4$$

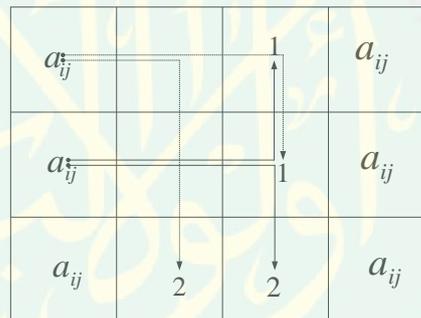
Bukti:

Sebagaimana telah diketahui bahwa langkah kuda memiliki aturan langkah 2 baris dan 1 kolom (1 kolom dan 2 baris) atau 1 baris dan 2 kolom (2 kolom dan 1 baris), a_{ij} yang akan dibuktikan adalah:

1. Untuk $m = 3$

Karena langkah bidak kuda yang akan dibuktikan pada papan catur ini berukuran $3 \times n$, dengan n adalah banyaknya kolom yang harus lebih dari banyaknya baris, maka minimal ada 4 kolom.

1.1. $a_{i1} = a_{in} = 2$



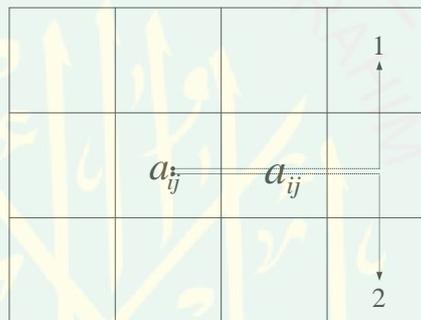
Gambar 3.29 Kemungkinan Langkah Kuda pada b_{i1} dan b_{in}

berdasarkan gambar di atas diperoleh bahwa:

- i. Jika $i = j = 1$, dan bidak kuda pada posisi b_1k_1 dapat melangkah menuju b_2k_3 atau b_3k_2 , maka $a_{11} = 2$.
- ii. Jika $i = 1, j = n$, dan bidak kuda pada posisi b_1k_n simetris dengan b_1k_1 , maka $a_{1n} = a_{11} = 2$.
- iii. Jika $i = 2, j = 1$, dan bidak kuda pada posisi b_2k_1 dapat melangkah menuju b_1k_3 atau b_3k_3 , maka $a_{21} = 2$.

- iv. Jika $i = 2, j = n$, dan bidak kuda pada posisi b_2k_n simetris dengan b_2k_1 , maka $a_{1n} = a_{21} = 2$.
- v. Jika $i = 3, j = 1$, dan bidak kuda pada posisi b_3k_1 simetris dengan b_1k_1 , maka $a_{31} = a_{11} = 2$.
- vi. Jika $i = 3, j = n$, dan bidak kuda pada posisi b_3k_n simetris dengan b_3k_1 dan b_1k_3 , maka $a_{3n} = a_{31} = a_{13} = 2$.

1.2. $a_{22} = a_{2(n-1)} = 2$

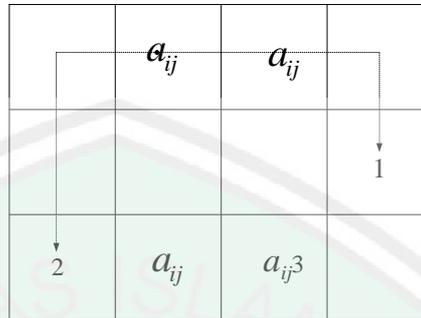


Gambar 3.30 Kemungkinan Langkah Kuda pada b_{22} dan $b_{2(n-1)}$

berdasarkan gambar di atas diperoleh bahwa:

- i. Jika $i = j = 2$, dan bidak kuda pada posisi b_2k_2 dapat melangkah menuju b_1k_4 atau b_3k_4 , maka $a_{22} = 2$.
- ii. Jika $i = 2, j = n - 1$, dan bidak kuda pada posisi b_1k_n simetris dengan b_2k_2 , maka $a_{1n} = a_{22} = 2$.

$$1.3. a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{32} = a_{3(n-1)} = 3$$



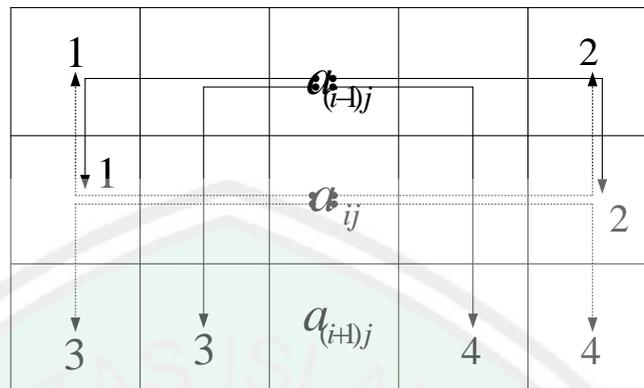
Gambar 3.31 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{12}, b_{1(n-1)}, b_{32}, b_{3(n-1)}$

berdasarkan gambar di atas diperoleh bahwa:

- i. Jika $i = 1, j = 2$, dan bidak kuda pada posisi b_1k_2 dapat melangkah menuju b_2k_4 atau b_3k_1 atau b_3k_3 , maka $a_{12} = 3$.
- ii. Jika $i = 1, j = n - 1$, dan bidak kuda pada posisi b_1k_{n-1} simetris dengan b_1k_2 , maka $a_{1(n-1)} = a_{12} = 3$.
- iii. Jika $i = 3, j = 2$, dan bidak kuda pada posisi b_3k_2 simetris dengan b_1k_2 , maka $a_{32} = a_{12} = 3$.
- iv. Jika $i = 3, j = n - 1$, dan bidak kuda pada posisi b_3k_{n-1} simetris dengan b_3k_2 dan b_1k_{n-1} , maka $a_{3(n-1)} = a_{32} = a_{1(n-1)} = 3$.

$$1.4. a_{ij} = 4, j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } n > 4$$

Karena i berlaku untuk semua baris, dan j hanya berlaku untuk kolom ke-3 sampai kolom $n - 2$, serta banyaknya kolom harus lebih dari 4. Maka, minimal ada 2 kolom sebelum posisi bidak kuda (b_mk_n) dan 2 kolom setelah b_mk_n , salah satu ukuran kotak catur yang dimaksud adalah ukuran 3×5 .



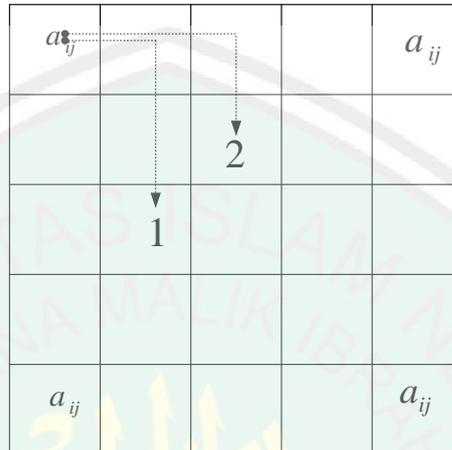
Gambar 3.32 Kemungkinan Langkah Kuda pada b_{ij} dengan $j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $n > 4$

berdasarkan gambar di atas diperoleh bahwa:

- i. Jika bidak kuda berada pada posisi $(i - 1), j$, dan bidak kuda pada posisi $b_{(i-1)k_j}$ dapat melangkah menuju $b_{ik_{(n-2)}}$ atau $b_{ik_{(j+2)}}$ atau $b_{(i+1)k_{(j-1)}}$ atau $b_{(i+1)k_{(j+1)}}$, maka $a_{(i-1)j} = 4$.
- ii. Jika bidak kuda berada pada posisi i, j , dan bidak kuda pada posisi b_{ik_j} dapat melangkah menuju $b_{(i-1)k_{(j-2)}}$ atau $b_{(i-1)k_{(j+2)}}$ atau $b_{(i+1)k_{(j-2)}}$ atau $b_{(i+1)k_{(j+2)}}$, maka $a_{ij} = 4$.
- iii. Jika bidak kuda berada pada posisi $(i + 1), j$, dan bidak kuda pada posisi $b_{(i+1)k_j}$ simetris dengan $b_{(i-1)k_j}$, maka $a_{(i+1)j} = a_{(i-1)j} = 4$

2. Untuk $m > 3$

$$4.1. a_{11} = a_{1n} = a_{m1} = a_{mn} = 2$$



Gambar 3.33 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{11}, b_{1n}, b_{m1}, b_{mn}$

berdasarkan gambar di atas diperoleh bahwa:

- i. Jika $i = j = 1$, dan bidak kuda pada posisi b_1k_1 dapat melangkah menuju b_2k_3 atau b_3k_2 , maka $a_{11} = 2$
- ii. Jika $i = 1, j = n$, dan bidak kuda pada posisi b_1k_n simetris dengan b_1k_1 , maka $a_{1n} = a_{11} = 2$.
- iii. Jika $i = m, j = 1$, dan bidak kuda pada posisi b_mk_1 simetris dengan b_1k_1 , maka $a_{m1} = a_{11} = 2$.
- iv. Jika $i = m, j = n$, dan bidak kuda pada posisi b_mk_n simetris dengan b_1k_n dan b_mk_1 , maka $a_{mn} = a_{1n} = a_{m1} = 2$.

$$4.2. a_{12} = a_{21} = a_{1(n-1)} = a_{(m-1)1} = a_{2n} = a_{m2} = a_{(m-1)n} = a_{m(n-1)} = 3$$

	a_{ij}		a_{ij}	
a_{ij}			3	a_{ij}
1		2		
a_{ij}				a_{ij}
	a_{ij}		a_{ij}	

Gambar 3.34 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{12}, b_{21}, b_{1(n-1)}, b_{(m-1)1}, b_{2n}, b_{m2}, b_{(m-1)n}, b_{m(n-1)}$

berdasarkan gambar di atas diperoleh bahwa:

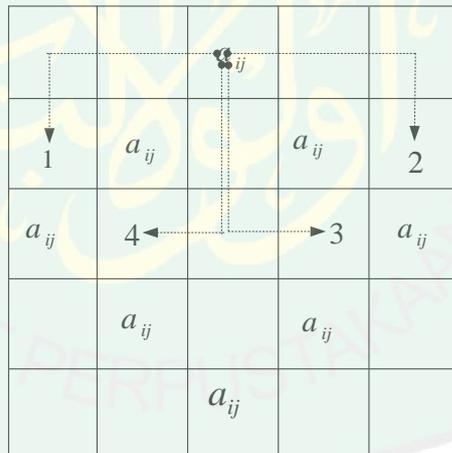
- i. Jika $i = 1, j = 2$, dan bidak kuda pada posisi b_1k_2 dapat melangkah menuju b_2k_4 atau b_3k_1 atau b_3k_3 , maka $a_{12} = 3$.
- ii. Jika $i = 1, j = n - 1$ dan bidak kuda pada posisi b_1k_{n-1} simetris dengan b_1k_2 , maka $a_{1(n-1)} = a_{12} = 3$.
- iii. Jika $i = 2, j = 1$, dan bidak kuda pada posisi b_2k_1 dapat melangkah menuju b_1k_3 atau b_3k_3 atau b_4k_2 , maka $a_{21} = 3$.
- iv. Jika $i = 2, j = n$ dan bidak kuda pada posisi b_2k_n simetris dengan b_2k_1 , maka $a_{2n} = a_{21} = 3$.
- v. Jika $i = m - 1, j = 1$, dan bidak kuda pada posisi $b_{m-1}k_1$ simetris dengan b_2k_1 , maka $a_{(m-1)1} = a_{21} = 3$
- vi. Jika $i = m - 1, j = n$, dan bidak kuda pada posisi $b_{(m-1)}k_n$ simetris dengan $b_{m-1}k_1$, maka $a_{(m-1)n} = a_{(m-1)1} = a_{2n} = 3$.

vii. Jika $i = m$, $j = 2$, dan bidak kuda pada posisi $b_m k_2$ simetris dengan $b_1 k_2$, maka $a_{m2} = a_{12} = 3$.

viii. Jika $i = m$, $j = n - 1$, dan bidak kuda pada posisi $b_m k_{n-1}$ simetris dengan $b_1 k_2$ dan $b_1 k_{n-1}$, maka $a_{m(n-1)} = a_{1(n-1)} = 3$.

4.3. $a_{i1} = a_{in} = a_{1j} = a_{mj} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{(m-1)2} = a_{(m-1)(n-1)} = 4$, dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2$, $j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$

Karena posisi bidak kuda ($b_i k_j$) hanya berlaku untuk i dengan aturan baris ke-3 sampai baris ke-($m - 2$), dan j hanya berlaku untuk kolom ke-3 sampai kolom ke-($n - 2$), serta banyaknya baris (m) harus lebih dari 4 (minimal ada 5 baris).



Gambar 3.35 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{i1}, b_{in}, b_{1j}, b_{mj}, b_{22}, b_{2(n-1)}, b_{(m-1)2}, b_{(m-1)(n-1)}$, dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2$, $j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$

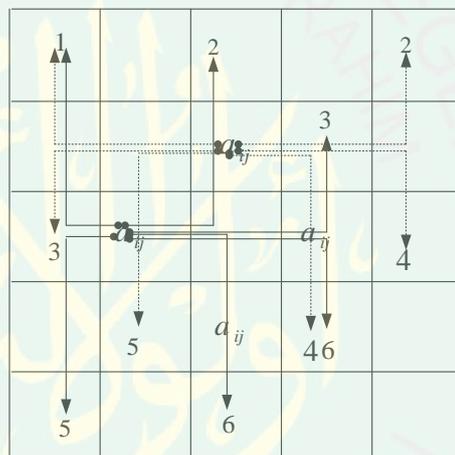
berdasarkan gambar di atas diperoleh bahwa:

- i. Jika $i = 1$, $j = 3$, dan bidak kuda pada posisi b_1k_3 dapat melangkah menuju b_2k_1 atau b_2k_5 atau b_3k_2 atau b_3k_4 , maka $a_{13} = 4$.
- ii. Jika $i = 2$, $j = 2$, dan bidak kuda pada posisi b_2k_2 dapat melangkah menuju b_1k_4 atau b_3k_4 atau b_4k_1 atau b_4k_3 , maka $a_{22} = 4$.
- iii. Jika $i = 2$, $j = n - 1$, dan bidak kuda pada posisi b_2k_{n-1} simetris dengan b_2k_2 , maka $a_{2(n-1)} = a_{22} = 4$.
- iv. Jika $i = 3$, $j = 1$, dan bidak kuda pada posisi b_3k_1 dapat melangkah menuju b_1k_2 atau b_2k_3 atau b_4k_3 atau b_5k_2 , maka $a_{31} = 4$.
- v. Jika $i = 3$, $j = n$, dan bidak kuda pada posisi b_3k_n simetris dengan b_3k_1 , maka $a_{3n} = a_{31} = 4$.
- vi. Jika $i = m - 1$, $j = 2$, dan bidak kuda pada posisi $b_{m-1}k_2$ simetris dengan b_2k_2 , maka $a_{(m-1)2} = a_{22} = 4$.
- vii. Jika $i = m - 1$, $j = n - 1$, dan bidak kuda pada posisi $b_{m-1}k_{n-1}$ simetris dengan $b_{m-1}k_2$ dan b_2k_{n-1} , maka $a_{(m-1)(n-1)} = a_{(m-1)2} = a_{2(n-1)} = 4$.
- viii. Jika $i = m$, $j = 3$, dan bidak kuda pada posisi b_mk_3 simetris dengan b_1k_3 , maka $a_{m3} = a_{13} = 4$.

$$1.1. a_{i2} = a_{i(n-1)} = a_{2j} = a_{(m-1)j} = 6$$

dengan $i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$

Karena posisi bidak kuda ($b_i k_j$) hanya berlaku untuk i dengan aturan baris ke-3 sampai baris ke-($m - 2$), dan j hanya berlaku untuk kolom ke-3 sampai kolom ke-($n - 2$), serta banyaknya baris (m) harus lebih dari 4 (minimal ada 5 baris).



Gambar 3.36 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{i2}, b_{i(n-1)}, b_{2j}, b_{(m-1)j}$

berdasarkan gambar di atas diperoleh bahwa:

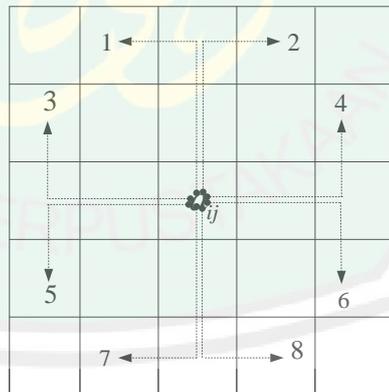
- i. Jika $i = 2, j = 3$, dan bidak kuda pada posisi $b_2 k_3$ dapat melangkah menuju $b_1 k_1$ atau $b_1 k_5$ atau $b_3 k_1$ atau $b_3 k_5$, atau $b_4 k_2$, atau $b_4 k_4$, maka $a_{23} = 6$.
- ii. Jika $i = 3, j = 2$, dan bidak kuda pada posisi $b_3 k_2$ dapat melangkah menuju $b_1 k_1$ atau $b_1 k_3$ atau $b_2 k_4$ atau $b_4 k_4$, atau $b_5 k_1$, atau $b_5 k_3$, maka $a_{32} = 6$.

iii. Jika $i = 3$, $j = n - 1$, dan bidak kuda pada posisi b_3k_{n-1} simetris dengan b_3k_2 , maka $a_{3(n-1)} = a_{32} = 6$.

iv. Jika $i = m - 1$, $j = 3$, dan bidak kuda pada posisi $b_{m-1}k_3$ simetris dengan b_2k_3 , maka $a_{(m-1)3} = a_{23} = 6$.

1.2. $a_{ij} = 8, i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$

Karena posisi bidak kuda (b_ik_j) hanya berlaku untuk i dengan aturan baris ke-3 sampai baris ke-($m - 2$), dan j hanya berlaku untuk kolom ke-3 sampai kolom ke-($n - 2$), serta banyaknya baris (m) harus lebih dari 4 (minimal ada 5 baris). Jadi, minimal ada 2 baris sebelum dan sesudah b_ik_j , serta minimal ada 2 kolom sebelum dan sesudah b_ik_j . Sehingga kotak catur minimal yang memenuhi syarat-syarat di atas adalah:



Gambar 3.37 Kemungkinan Langkah Kuda pada $b_{ij}, i = 3, 4, \dots, m - 2, j = 3, 4, \dots, n - 2$ dan $m > 4$

berdasarkan gambar di atas diperoleh bahwa:

Jika bidak kuda berada pada posisi seperti gambar di atas, yaitu $b_i k_j$, maka bidak kuda pada posisi $b_i k_j$ dapat melangkah menuju $b_{i-2} k_{j-1}$ atau $b_{i-1} k_{j+1}$ atau $b_{i-1} k_{j-1}$ atau $b_{i-1} k_{j+2}$, atau $b_{i+1} k_{j-1}$, atau $b_{i+1} k_{j+2}$, atau $b_{i+2} k_{j-1}$, atau $b_{i+2} k_{j+2}$. Sehingga $a_{ij} = 8$.

3.2 Hubungan antara Sunnatullah dengan Penentuan Langkah Kuda

Berdasarkan pemaparan pada Bab I dan Bab II, yang telah dijelaskan bahwa alam semesta serta segala isinya diciptakan oleh Allah dengan ukuran-ukuran yang cermat dan teliti, dengan perhitungan-perhitungan yang mapan, dan dengan rumus-rumus serta persamaan yang seimbang dan rapi.

Sebagaimana telah diketahui bahwa langkah kuda memiliki aturan langkah 2 baris dan 1 kolom (1 kolom dan 2 baris) atau 1 baris dan 2 kolom (2 kolom dan 1 baris), sehingga pada penelitian ini dapat ditemukan suatu aturan yang menunjukkan banyaknya langkah kuda pada setiap papan catur yang berukuran $m \times n, n > m$, dengan $m \geq 3$ dan $m, n \in N$. Misalnya: Untuk $m = 3$, semua bidak kuda yang berada pada papan catur posisi kolom pertama dan terakhir memiliki 2 kemungkinan langkah. Karena bidak kuda tersebut hanya dapat berpindah pada posisi baris ke-2 kolom ke-3 atau baris ke-3 kolom ke-2. Jadi, benar adanya kalau setiap sesuatu pasti memiliki ukuran.

Banyaknya langkah kuda yang telah diperoleh dapat pula dianalogikan sebagai *sunnatullah*, banyaknya langkah kuda tersebut mengikuti keteraturan yang telah Allah SWT tentukan. Karena setiap sesuatu yang terjadi di dunia

tidak akan menyimpang dari hukum alam, sehingga dapat ditelusuri dan dipelajari proses kejadiannya.

Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al-Qamar ayat 49 yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

“*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*”(Q.s. Al-Qamar: 49).

Berdasarkan ayat di atas yang menyebutkan masalah kadar dan ukuran dari segala yang ada di muka bumi yakni ketentuan dan sistem yang telah ditetapkan terhadap segala sesuatu yang ada di muka bumi ini, dengan kekuasaan-Nya maka semua akan terlihat rapi dan sempurna (Shihab 2002:482; Mas’ulah, 2008:40).

Allah SWT memberikan bekal kepada manusia berupa akal yang dapat membedakan antara yang benar dan yang batil. Allah SWT juga menuliskan sumber kebenaran, kebaikan, dan kejujuran melalui kitab yang diturunkan dan melalui rasul yang diutus.

“Selagi akal yang dapat membedakan masih ada, kemampuan berbuat masih baik, dan sumber tertulis masih jelas, maka manusia masih memiliki kebebasan berkehendak” (Sabiq, 1996:107).

Perbuatan manusia juga merupakan ciptaan Allah SWT karena segala sesuatu dalam wujud ini adalah ciptaan-Nya. Allah SWT menciptakan daya (*kasb*) dalam diri manusia dan manusia bebas memakainya. Daya-daya tersebut diciptakan bersamaan dengan perbuatan manusia. Tidak ada pertentangan antara *qudrat* yang menciptakan perbuatan manusia dan *ikhtiar*

yang ada pada manusia. Karena daya diciptakan dalam diri manusia dan perbuatan yang dilakukan adalah perbuatan manusia sendiri, maka tentu daya itu adalah daya manusia.

Menurut Al-Matiridi dalam diri manusia terdapat *masyiyah* (kehendak) dan *ridha* (kerelaan). Kebebasan manusia dalam melakukan perbuatan baik atau buruk tetap berada dalam kehendak Allah SWT, tetapi manusia dapat memilih yang diridhai-Nya atau yang tidak diridhai-Nya. Manusia berbuat baik atas kehendak dan kerelaan Allah SWT, dan berbuat buruk juga atas kehendak Allah SWT, tetapi tidak atas kerelaannya (Rozak dan Anwar, 2007:126).

Manusia hendaklah hidup dengan *ikhtiar*, yaitu bekerja atas syarat-syarat maksimal sambil *tawakal* dan *berdoa*. Tawakal artinya mewakili nasib diri dan nasib usaha kita kepada Allah SWT, sedangkan manusia tidak mengurangi usahanya.

Hal ini sesuai dengan aturan-aturan yang berlaku pada bidak kuda dan penentuan banyaknya langkah kuda pada papan catur yang memiliki keteraturan dan ukuran yang telah Allah SWT tetapkan, akan memudahkan untuk menentukan banyaknya langkah kuda pada papan catur yang berukuran $m \times n, n > m$, dengan $m \geq 3$ dan $m, n \in N$.

Allah SWT mengetahui segala sesuatu yang akan terjadi. Kejadian tersebut berdasarkan ilmu-Nya yang tidak terpengaruh oleh kehendak hamba, oleh sebab itu setiap makhluk harus beriman kepada *qadar* (ukuran) akan memberikan kekuatan dan kemampuan untuk dapat mengetahui hukum-

hukum, menangkap undang-undang, dan mengerjakan sesuatu berdasarkan ketentuan dalam rangka membangun, meramaikan, mengeluarkan kekayaan bumi, dan memanfaatkan kebaikan yang tersimpan di alam.



BAB IV PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Langkah-langkah untuk mengetahui kemungkinan banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur adalah sebagai berikut:

- g. Menggambar papan catur berukuran $m \times n, n > m$, dengan $m \geq 3$ dan $m, n \in N$.
- h. Meletakkan bidak kuda pada salah satu kotak pada papan catur berukuran $m \times n$.
- i. Menghitung banyaknya langkah kuda pada setiap kotak catur berukuran $m \times n$ secara bergantian
- j. Mencari pola dari banyaknya kemungkinan langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$.
- k. Menentukan teorema dari banyaknya kemungkinan langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$.
- l. Membuktikan teorema yang diberikan, yaitu teorema dari banyaknya kemungkinan langkah kuda pada papan catur berukuran $m \times n$.

Berdasarkan langkah-langkah di atas, maka diperoleh bahwa kemungkinan banyaknya langkah kuda pada setiap kotak dari papan catur ukuran $m \times n$ dengan aturan $n > m, m \geq 3$ dan $m, n \in N$, secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Untuk $m = 3$

$$a_{i1} = a_{in} = a_{22} = a_{2(n-1)} = 2$$

$$a_{12} = a_{1(n-1)} = a_{32} = a_{3(n-1)} = 3$$

$$a_{ij} = 4, j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } n > 4$$

2. Untuk $m > 3$

$$a_{11} = a_{1n} = a_{m1} = a_{mn} = 2$$

$$a_{12} = a_{21} = a_{1(n-1)} = a_{(m-1)1} = a_{2n} = a_{m2} = a_{(m-1)n} = a_{m(n-1)} = 3$$

$$a_{i1} = a_{in} = a_{1j} = a_{mj} = a_{22} = a_{2(n-1)} = a_{(m-1)2} = a_{(m-1)(n-1)} = 4,$$

$$\text{dengan } i = 3, 4, \dots, m - 2, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } m > 4$$

$$a_{i2} = a_{i(n-1)} = a_{2j} = a_{(m-1)j} = 6 \text{ dengan } i = 3, 4, \dots, m - 2,$$

$$j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } m > 4$$

$$a_{ij} = 8, i = 3, 4, \dots, m - 2, \quad j = 3, 4, \dots, n - 2 \text{ dan } m > 4$$

4.2 Saran

Sebagaimana telah diketahui bahwa penelitian ini hanya melibatkan 1 bidak kuda, sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya agar:

1. Meneliti kemungkinan-kemungkinan yang terjadi pada bidak-bidal yang lain,
2. Dapat dilengkapi dengan simulasi menggunakan program komputer, agar dapat lebih mudah untuk mengetahui banyaknya langkah kuda pada setiap kotak catur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdussakir, Nilna N. Azizah dan Fifi F. Novandika. 2009. *Teori Graf*. Malang: UIN-Malang Press.
- Abdusysyagir. 2007. *Ketika Kiai Mengajar Matematika*. Malang: UIN-Malang Press.
- Al-Jazairi, Abu Bakar Jabir. 2009. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisyar Jilid 7*. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- Al-Qurthubi, Imam. 2009. *Tafsir Al-Qurthubi Jilid 13*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- _____. 2009. *Tafsir Al-Qurthubi Jilid 20*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Chartrand, Gary and Lesniak. 1986. *Graphs and Digraphs*. California: Greg Hubit Bookwords.
- Harun, Undi. 1985. *Seri Teori Bermain Catur*. Klaten: Intan
- Hamdani. 2008. *Birokrasi Ilahiah Kekuatan Tak Terbatas dengan Mengenal Allah*. Jakarta: Arga Publishing.
- <http://noretz-area.blogspot.com/2009/12/ketentuan-permainan-catur.html>.
Diakses tanggal 20 Juli 2010 pukul 11.00 WIB.
- Mas'ulah, Ika. 2008. *Menentukan Order Minimum $f(r,n)$ dari Graf Beraturan r dan Bergirth n* . UIN Malang: Skripsi: tidak diterbitkan.
- Munir, Rinaldi. 2005. *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika.
- Nafiah, Dhurriyatun. 2009. *Menentukan Order Dan Size Graf Langkah Kuda Pada Papan Catur Berukuran $n \times n$ dan $m \times n$* . UIN Malang: Skripsi: tidak diterbitkan.
- Nirmana. 2009. *Filosofi Atuan Permainan Catur*,
<http://tipografis.blogspot.com/2009/01/jangan-pernah-meremehkan-orang-meski.html>. Diakses tanggal 23 Juli 2010 pukul 10.00 WIB.
- Sabiq, Sayid. 1996. *Akidah Islam*. Surabaya: Al Ikhlas.
- Rozak, Abdul dan Rosihon Anwar. 2007. *Ilmu Kalam*. Bandung: Pustaka Setia

Zaidan, Abdul Karim. 2004. *Sunnatullah dalam Berbagai Aspek Kehidupan*.
Jakarta: Pustaka Azzam.





DEPARTEMEN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50Dinoyo Malang (0341)551345 Fax. (0341)572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Varhana
NIM : 06510026
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Menentukan Banyaknya Langkah Kuda pada Papan Catur
Berukuran $m \times n$
Pembimbing I : Wahyu Henky Irawan, M.Pd
Pembimbing II : Achmad Nashichuddin, M.A

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan	
1	11 Maret 2010	Bab I	1.	
2	19 Maret 2010	Revisi Bab I		2.
3	26 Maret 2010	Bab II	3.	
4	01 Mei 2010	Revisi Bab II		4.
5	08 Mei 2010	Bab III	5.	
6	15 Mei 2010	Revisi Bab III		6.
7	20 Mei 2010	Kajian Agama Bab I	7.	
8	27 Mei 2010	Kajian Agama Bab II		8.
9	02 Juni 2010	Kajian Agama Bab III	9.	
10	09 Juni 2010	Kajian Agama Keseluruhan		10.
11	19 Juni 2010	Bab IV	11.	
12	26 Juni 2010	ACC Agama Bab I,II,III		12.
13	27 Juni 2010	ACC Keseluruhan	13.	

Malang, 05 Juli 2010

Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP.19751006 200312 1 001