

**DESKRIPSI LANGKAH BENTENG PADA PAPAN CATUR  
 $n \times n$  DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA RUNUT  
BALIK**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**HERMAN FIRMANSYAH HIDAYAT**  
NIM: 04510039



**JURUSAN MATEMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**

**MALANG**

**2011**

**DESKRIPSI LANGKAH BENTENG PADA PAPAN CATUR  
 $n \times n$  DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA RUNUT  
BALIK**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada:  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratandalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**Oleh:**

**HERMAN FIRMANSYAH HIDAYAT  
NIM. 04510039**

**JURUSAN MATEMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**

**MALANG**

**2011**

**DESKRIPSI LANGKAH BENTENG PADA PAPAN CATUR  
 $n \times n$  DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA RUNUT  
BALIK**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**HERMAN FIRMANSYAH HIDAYAT  
NIM.04510039**

Telah Diperiksadan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 08 Juli 2011

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

Ach. Nashichuddin, M.A  
NIP. 19730705 200003 1 002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd  
NIP. 19751006 200312 1 001

**DESKRIPSI LANGKAH BENTENG PADA PAPAN CATUR  
 $n \times n$  DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA RUNUT  
BALIK**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**HERMAN FIRMANSYAH HIDAYAT  
NIM.04510039**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 22 Juli 2011

Penguji Utama	: Evawati Alisah, M. Pd NIP.19720604 199903 2 001	(	)
Ketua Penguji	: Sri Harini, M. Si NIP. 19731010 200112 2 001	(	)
Sekretaris Penguji	: Wahyu Henky Irawan, M.Pd NIP.19710420 200003 1 003	(	)
Anggota Penguji	: Ach. Nashichuddin, M.A NIP.19730705 200003 1 002	(	)

Mengetahui dan Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd  
NIP. 19751006 200312 1 001

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herman Firmansyah Hidayat

NIM : 04510039

Alamat: SUMBER SARI 1C No.19 LOWOKWARU MALANG

Menyatakan bahwa “ Skripsi” yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan pada jurusan Matematika fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, dengan judul :

### **Deskripsi Langkah Benteng pada Papan Catur $n \times n$ dengan menggunakan Algoritma Runut Balik**

adalah hasil karya sendiri, bukan “**duplikasi**” dari karya orang lain.

Selanjutnya apabila di kemudian hari ada “**klaim**” dari pihak lain, bukan menjadi tanggung jawab Dosen Pembimbing dan atau pihak Fakultas Sains dan Teknologi, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa paksaan dari siapapun.

Malang, 21 Juli 2011

Hormat saya,

Herman Firmansyah Hidayat  
NIM. 04510039

## PERSEMBAHAN

*Penulis persembahkan karya sederhana ini untuk ayahanda tercinta Bpk. Mussawir terimakasih atas do'a dan kasih sayang yang telah di berikan selama ini*

*Untuk kedua saudara penulis samsul arifin dan Edi djunaedi terimakasih atas segala dukungan dan motivasinya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan*

*Untuk istri dan anak penulis tercinta yang telah mendoakan dan member motivasi yang tiadatara selama pengerjaans kripsi ini*

*Untuk bapak dan ibu mertua yang senantiasa memberikan dukungan baik moral maupun spiritual dan*

*Untuk teman-teman semua yang ikut serta membantu baik secara langsung dan tidak langsung demi terselesaikannya karya ini*

Motto

كَتَبُوا لَهُ وَإِنَّا لَسَعِيَّةٌ ۚ كُفْرَانَ فَلَآ مُؤْمِنٌ ۖ وَهُوَ الصَّالِحَاتِ مِمَّنْ يَعْمَلُ فَمَنْ

"Makabarangsiapa yang mengerjakankebaikan,  
dandiaberiman, makausahanyatidakakan di ingkari ( di  
sia- siakan), dansungguh, Kamilah yang  
mencatatuntutuknya"



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk bisa memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa banyak sekali pihak – pihak yang telah ikut serta berpartisipasi dan membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini. Untuk itu seiring dengan do'a penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar- besarnya kepada semua pihak, terutama 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. 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 serta memberi motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

5. Segenap dosen pengajar khususnya dalam bidang matematika yang dengan tulus ikhlas memberikan ilmunya kepada penulis
6. Ayahanda bpk. Mussawir, kakak Samsul dan Edi yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan baik secara moral maupun material kepada penulis
7. Istri penulis tercinta Wiwit Fitra dan Hamba Allah yang ada yang ada dalam kandungan istri penulis yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis
8. Teman-teman di Sumbersari gang 1C no.19 , ustad Ali, ustad Eka, ustad Agus, ustad Irvan, ustad Sukri, dan Ustad Ihsan.

Dengan iringan do'a semoga Alloh SWT membalas semua kebaikan dan melipat gandakan pahalanya di dunia maupun di akhirat. Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan.

Akhirnya, penulis berharap karya tulis ilmiah ini dapat memberikan manfaat baik untuk penulis khususnya maupun bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, 12 Juli 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>ABSTRAK</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
1.6 Metode Penulisan .....	7
1.7 Sistematika Penulisan .....	9
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Graf .....	11
2.2 Pohon .....	13
2.3 Rotasi .....	13
2.4 Refleksi .....	15
2.5 Algoritma Runut Balik .....	17
2.7 Runut Balik pada Benteng .....	21
2.8 Iman sebagai Benteng Dalam Kehidupan Manusia di Bumi .....	22

### **BAB III PEMBAHASAN**

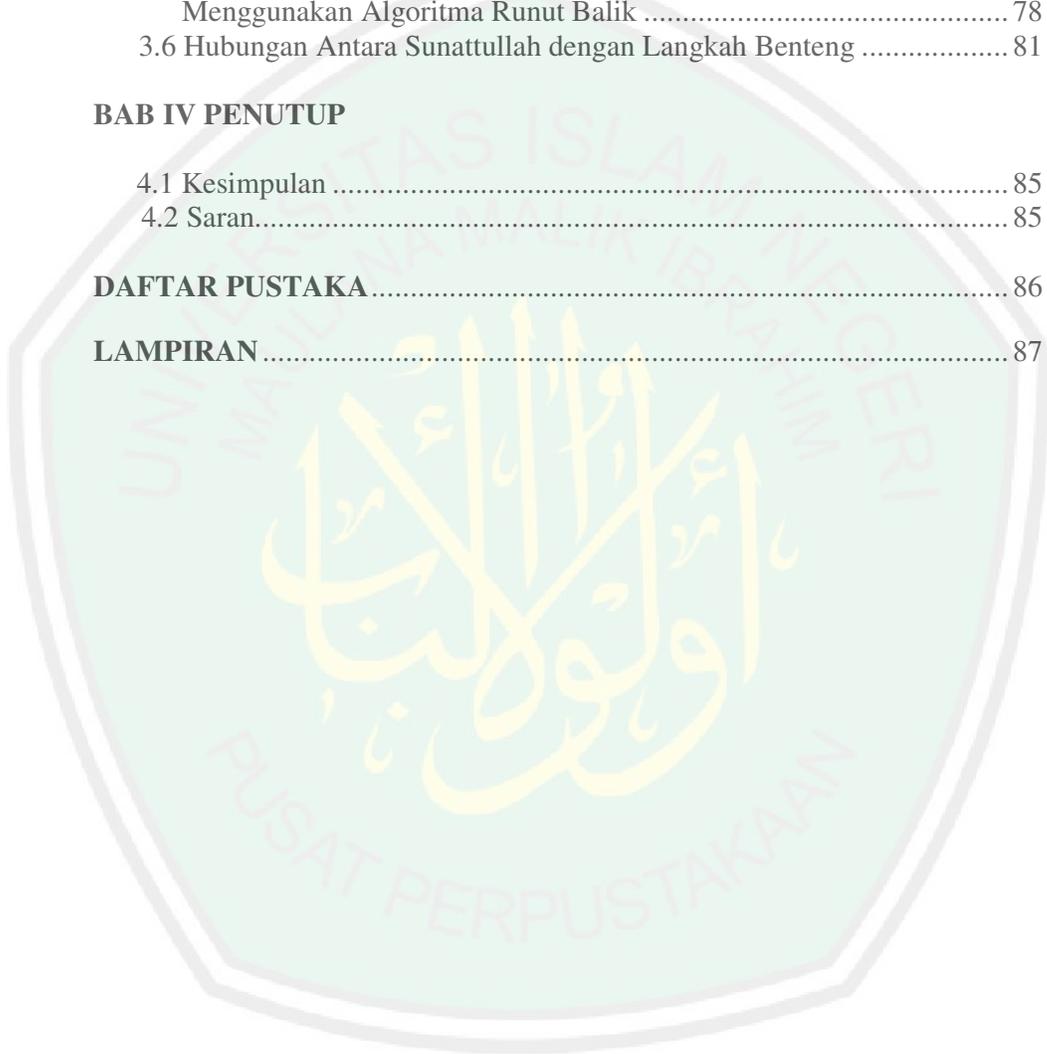
3.1 Papan 3x3.....	28
3.2 Papan 4x4.....	30
3.3 Papan 5x5.....	34
3.4 Papan 6x6.....	41
3.5 Menentukan Koefisien $k$ ( Banyaknya Langkah Benteng ) Dengan Menggunakan Algoritma Runut Balik .....	78
3.6 Hubungan Antara Sunattullah dengan Langkah Benteng .....	81

### **BAB IV PENUTUP**

4.1 Kesimpulan .....	85
4.2 Saran.....	85

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	86
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	87
-----------------------	----



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tiga buah Graf (a) Graf sederhana (b) Graf ganda (c) Graf semu.....	12
Gambar 2.2 Pohon dan bukan Pohon.....	13
Gambar 2.3 Pohon Solusi.....	18
Gambar 2.4 Pohon Solusi.....	19
Gambar 3.1 Sudut Rotasi .....	27
Gambar 3.2 $S_1 - S_4$ Sebagai Sumbu Refleksi.....	27
Gambar 3.3 Master $3 \times 3$ .....	28
Gambar 3.4 Proses Backtracking pada Papan $3 \times 3$ .....	29
Gambar 3.5 Master $4 \times 4$ .....	30
Gambar 3.6 Proses Backtracking pada Papan $4 \times 4$ .....	31
Gambar 3.7 Proses Backtracking pada Papan $4 \times 4$ .....	32
Gambar 3.8 Master $5 \times 5$ .....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jumlah Rotasi dan Refleksi dari Masing-masing Gambar pada Papan Catur 3x3 .....	30
Tabel 3.2 Jumlah Rotasi dan Refleksi dari Masing-masing Gambar pada Papan catur 4x4 .....	34
Tabel 3.3 Jumlah Rotasi dan Refleksi dari Masing-masing Gambar pada Papan Catur 5x5 .....	40
Tabel 3.4 Jumlah Rotasi dan Refleksi dari Masing-masing Gambar .....	
pada Papan Catur 6x6 .....	74
Tabel 3.5 Banyaknya $k$ ( langkah benteng ) pada Papan $n \times n$ .....	80

## ABSTRAK

Hidayat, Herman Firmansyah.2011. **Deskripsi Algoritma Benteng pada Papan Catur  $n \times n$  dengan menggunakan Algoritma Runut Balik.** Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing: (I) Wahyu Henky Irawan M. Pd  
(II) Ach.Nashichuddin, M. A

**Kata kunci:** Graf, Pohon, Algoritma Runut Balik( Backtracking)

Pada kajian skripsi ini pokok permasalahan adalah bagaimana cara mendeskripsikan algoritma benteng pada papan catur berukuran  $n \times n$  sehingga tidak ada dua benteng yang saling menangkap atau memakan dalam 1 baris dan 1 kolom. Adapun yang menjadi tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah untuk mendeskripsikan dan menganalisis cara langkah benteng pada papan catur  $n \times n$  sedemikian hingga tidak ada dua benteng yang dapat saling menangkap atau memakan satu dengan yang lain dalam 1 baris dan 1 kolom. Penulisan skripsi ini dibatasi hanya pada papan  $n \times n$  berukuran genap dan ganjil dengan  $n \times n$  dengan  $n > 2$  dan  $n \leq 6$  benteng yang di tempatkan pada papan adalah jumlah maksimal benteng yang dapat ditempatkan.

Algoritma runut balik ( backtracking) adalah algoritma yang berbasis pada DFS untuk mencari solusi persoalan secara lebih ringkas daripada algoritma .Algoritma ini akan mencari solusi berdasarkan ruang solusi yang ada secara sistematis namun tidak semua ruang solusi akan diperiksa, hanya pencarian yang mengarah kepada solusi yang akan diproses. Algoritma runut balik diterapkan dalam permainan catur . Dalam permainan catur di kenal bidak yang memiliki nama dan pergerakan yang berbeda- beda. Bidak- bidak tersebut yaitu: pion, knight, king dan queen. Semuanya memiliki pergerakan sendiri- sendiri. Adapun benteng dapat bergerak dalam sejumlah petak secara horizontal, dan vertikal.

Menurut teori algoritma runut balik dalam mencari koefisien  $x^k$  dari *rook polynomial* yang berarti banyaknya cara menempatkan  $k$  buah benteng pada sebuah papan catur berukuran hingga  $n \times n$ . Berdasarkan pembahasan di atas dapat di peroleh rumusan umum sebagai berikut :

$n = k \rightarrow (k - 0)(k - 1)(k - 2) \dots \dots (k - (k - 1))$  . Ini berlaku untuk  $n \times n$  baik genap maupun ganjil.

## ABSTRACT

Hidayat, Herman Firmansyah. 2011. **The Description Of The Rook Step on The Chess Board  $n \times n$  that use trace Return Algorithm.** These. Mathematics Proggame Faculty of Science and Technology the of Islamic University.

Promotor : (I) WahyuHenkyIrawan, M. Pd  
(II)A. Nasichuddin, M.A

**Key words:** Graf, Tree, Backtracking Algorithm

In this research, the study of the problem is how the method to describe the step of the rook on the chess board  $n \times n$ , so that nothing 2 rooks that eat/catch in 1 row and 1 column. In the concerning that become the purpose of this research is to describe and analysis the method of the rook step on the chess board  $n \times n$ , so that nothing 2 rooks that can eat/catch between on rook and another in 1 row and 1column. The limited of this research in on the chess board  $n \times n$  that complete and uneven measure with  $n > 2$  and  $\leq 6$ ,the rook that placed on the board is the total of maximal the rook that place

Backtracking Algorithm is algorithm that have the basis of DFS to find out the solution of the problem more concise than *brute force* algorithm. This algorithm will find out the solution appropriate the solution space with systematic but not all of the solution space will be processed. Backtracking algorithm can be applied in the chess game. Play chess needs calm emotional, because if not calm when play and hurried disposed then, will make the mistake to take the step that cause lose. In the chess game familiar with pawn that have the name and different movement. They are pion, knight, king, and queen. All of them have movement itself. The rook can move in the cabin with horizontal and vertical.

According with background of the study above, so the research doing with the purpose to determine of rook step on the chess board  $n \times n$  with the result that there are not two rook that can eat with another on the 1 row and 1 column. According with backtracking algorithm theory to find out  $x^k$  from *rookpolynomial*, it means that a lot of the method to put  $k$  on the chess board, that measurement  $n \times n$ . According with the research above can find out the general formula:  $n = k \rightarrow (k - 0)(k - 1)(k - 2) \dots \dots (k - (k - 1))$ . This formula can be applied to  $n \times n$  exactly and queer.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Matematika ilmu dikenal sebagai *Queen of Science*, karena dalam konsep matematika banyak digunakan simbol yang mengosongkan arti yang juga bisa dipakai dan diterapkan di berbagai bidang keilmuan yang lain, sehingga matematika dapat diterapkan kapanpun, dimanapun dan terbukti telah memberikan pengaruh yang cukup besar serta mempunyai peranan penting terhadap kemajuan disiplin ilmu lainnya, di antaranya ilmu statistika, perbankan, dan telekomunikasi. Secara umum beberapa konsep dari disiplin ilmu telah dijelaskan dalam Al-Qur'an, salah satunya adalah matematika. Konsep dari disiplin ilmu matematika serta berbagai cabangnya yang ada dalam Al-Qur'an di antaranya adalah masalah logika, pemodelan, statistik, teori graf, dan lain-lain.

Aplikasi graf sangat luas, graf dipakai di berbagai disiplin ilmu maupun dalam kehidupan sehari-hari. 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. Hal ini didukung oleh pendapat dari Ghofur (2008) yang mengatakan bahwa dalam matematika teori graf merupakan salah satu cabang matematikayang penting dan banyak manfaatnya karena teori teorinya dapat diterapkan untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari – hari. Dengan mengkaji dan menganalisa model atau rumusan teori graf dapat diperlihatkan peranan dan kegunaannya dalam memecahkan permasalahan. Permasalahan yang dirumuskan dengan teori graf dibuat sederhana, yaitu diambil aspek-aspek yang diperlukan dan dibuang aspek-aspek lainnya. Penggunaan graf

di berbagai bidang tersebut adalah untuk memodelkan persoalan. Teori graf dapat di terapkan dalam bidang kelistrikan, kimia, ilmu computer, dan pertandingan olahraga. Teori graf yang merupakan salah satu cabang dari matematika tersebut menurut definisinya adalah himpunan yang tidak kosong yang memuat elemen-elemen yang disebut titik, dan suatu himpunan pasangan tidak terurut elemen itu yang disebut sisi.

Algoritma runut balik (*backtracking*) merupakan algoritma yang digunakan untuk mencari solusi persoalan secara lebih ringkas daripada menggunakan algoritma *brute force*. Algoritma ini akan mencari solusi berdasarkan ruang solusi yang ada secara sistematis namun tidak semua ruang solusi akan diperiksa, hanya pencarian yang mengarah kepada solusi yang akan diproses. (Rinaldi Munir, Diktat Strategi Algoritmik, Teknik Informatika ITB, 2005). Algoritma runut-balik banyak diterapkan untuk program game : permainan tic-tac-toe, menemukan jalan keluar dalam sebuah labirin, masalah-masalah pada bidang kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), dan dalam permainan catur. Dalam hal ini penulis tertarik untuk mengkaji masalah langkah benteng dalam permainan catur karena catur merupakan salah satu permainan yang banyak digemari di Indonesia. Selain untuk hiburan, catur juga bisa dijadikan ajang olahraga karena untuk dapat bermain catur dibutuhkan kondisi fisik dan mental yang baik. Ketika bermain catur akan ada tekanan dari lawan untuk saling mengadu kelihaian dalam membuat strategi dan terkadang dalam bermain catur bisa memakan waktu berjam-jam maka dari itu dibutuhkan stamina yang baik secara fisik ataupun mental. Dalam bermain catur juga dibutuhkan kesabaran emosional karena apabila tidak sabar dalam memainkannya dan cenderung tergesa-gesa maka dikhawatirkan akan membuat sebuah kesalahan dalam pengambilan langkah yang bisa menyebabkan kekalahan. Dalam permainan catur dikenal bidak yang memiliki nama dan pergerakan

berbeda-beda. Bidak-bidak tersebut yaitu pion, knight, king, dan queen. Semuanya memiliki pergerakan sendiri-sendiri. Sebuah Benteng dapat bergerak dalam sejumlah petak secara horizontal, dan vertical.

Menurut definisi graf dalam ilmu matematika yaitu himpunan yang tidak kosong yang memuat elemen-elemen yang disebut titik, dan suatu himpunan pasangan tidak terurut elemen itu yang disebut sisi. Sedangkan dalam teori Islam di mana elemen-elemen yang dimaksud meliputi Pencipta (Allah) dan hamba-hambanya, sedangkan sisi atau garis yang menghubungkan elemen-elemen tersebut adalah bagaimana hubungan antara Allah dengan hambanya dan juga hubungan sesama hamba yang terjalin, *Hablun min Allah wa Hablun min An-Nas*. Sehingga dengan demikian, hal ini menunjukkan adanya suatu hubungan atau keterkaitan antara titik yang satu dengan titik yang lain. Sebagaimana dalam firman Allah SWT dalam surat An-Nisa ayat 36:

الْجَارِ وَالْمَسْكِينِ وَالْيَتَامَى الْقُرْبَىٰ وَبِذَىٰ إِحْسَانًا وَالْوَالِدَيْنِ شَيْئًا بِهِ تَشْرِكُوا وَلَا اللَّهُ وَاعْبُدُوا  
حُبًّا لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ إِنَّ أَيْمَنُكُمْ مَلَكَتُمْ مَا السَّبِيلِ وَأَبْنِ بِالْجَنبِ وَالصَّاحِبِ الْجَنبِ وَالْجَارِ الْقُرْبَىٰ ذِي  
وَفَخُورًا مَحْتَالًا كَانَ مَنْ

*”sembahlah Allah dan janganlah kamu mempersekutukan-Nya dengan sesuatupun. dan berbuat baiklah kepada dua orang ibu-bapa, karib-kerabat, anak-anak yatim, orang-orang miskin, tetangga yang dekat dan tetangga yang jauh, dan teman sejawat, Ibnu sabil dan hamba sahayamu. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang sombong dan membangga-banggakan diri(Q.S. An-Nisa ayat 36)*

Mempelajari matematika yang sesuai dengan paradigma *ulul albab*, tidak cukup hanya berbekal kemampuan intelektual semata, tetapi perlu didukung secara bersamaan

dengan kemampuan emosional dan spiritual. Pola pikir deduktif dan logis dalam matematika juga bergantung pada kemampuan intuitif dan imajinatif serta mengembangkan pendekatan rasionalis, empiris, dan logis (Abdusysyagir, 2007:24).

Sebagaimana dalam firman Allah SWT dalam surat

Shaad ayat 29:

﴿الْأَلْبَابِ أُولُو الْأُولِيَّتِ ذِكْرًا آيَاتِهِ لِيَذَّبُوا مَبْرُكًا إِلَيْكَ أَنْزَلْنَاهُ كِتَابًا﴾

*“ ini adalah sebuah kitab yang Kami turunkan kepadamu penuh dengan berkah supaya mereka memperhatikan ayat-ayatnya dan supaya mendapat pelajaran orang-orang yang mempunyai fikiran (Q.S. shad: 29)*

Sumber studi matematika, sebagaimana sumber ilmu pengetahuan dalam Islam, adalah konsep tauhid, yaitu ke-Esaan Allah (Rahman, 1992:92). Namun, Al-Qur'an tidak mengangkat metode baru atau teknik baru dalam masalah ini, melainkan telah menunjukkan tentang adanya eksistensi dari sesuatu yang ada di balik alam semesta dengan cara yang sama seperti yang ia tunjukkan mengenai eksistensi dari alam semesta itu sendiri (Rahman, 1992:15).

Dengan menggunakan aplikasi graf dan algoritma runut balik, dalam kajian yang terdahulu oleh peneliti Eko (2010) yang mengambil judul *n-QUEEN PROBLEM DENGAN ALGORITMA BACKTRACKING (RUNUT-BALIK)*. Dalam penelitian tersebut penulis hanya menentukan langkah queen dalam papan catur  $n \times n$ . Sehingga untuk penulisan selanjutnya penulis tertarik untuk meneliti tentang masalah langkah benteng dalam papan catur  $n \times n$  menggunakan algoritma runut balik karena penelitian ini belum ada sebelumnya. Deskripsi algoritma benteng adalah cara yang bisa dilalui satu benteng pada papan catur berukuran  $n \times n$  baik genap maupun ganjil sehingga tidak ada benteng yang saling memakan satu sama

lain dalam satu baris dan satu kolom. Sebenarnya ada banyak sekali kemungkinan langkah benteng yang merupakan solusi di mana benteng tidak dapat saling memakan namun penulis mencari solusi yang paling baik dan mudah. Untuk itu penulis mengambil sebuah judul “ Deskripsi algoritma Benteng dalam Papan Catur  $n \times n$  dengan Menggunakan Algoritma Runut Balik “

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penulisan ini adalah berapa banyak cara mendeskripsikan langkah benteng dalam papan catur berukuran  $n \times n$  menggunakan algoritma runut balik sehingga tidak ada dua benteng yang dapat saling menangkap atau memakan dalam 1 baris dan 1 kolom?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan penulisan ini adalah untuk mendeskripsikan dan menganalisis langkah benteng dengan menggunakan algoritma runut balik pada papan catur berukuran  $n \times n$  sedemikian hingga tidak ada dua benteng yang dapat saling menangkap atau memakan satu dengan yang lain dalam 1 baris, dan 1 kolom.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Penulis berharap dengan penulisan skripsi ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak. Adapun manfaat dari penulisan skripsi ini adalah:

### **1. Bagi peneliti**

- a) Sebagai tambahan wawasan dan ilmu pengetahuan tentang teori Graf dan Algoritma runut balik serta penerapannya pada permainan catur .

- b) Sebagai pengalaman penelitian kepustakaan tentang penerapan teori Graf dan algoritma runut balik pada permainan catur.

## 2. Bagi Pembaca

- a) Sebagai pembahasan awal tentang teori Graf dan algoritma runut balik yang dapat di kembangkan .
  - b) Sebagai tambahan keilmuan tentang teori Graf dan Algoritma runut balik serta penerapannya pada permainan catur.
  - c) Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya tentang teori Graf dan algoritmarunut balik.
3. Bagi Lembaga Uin Maulana Malik Ibrahim Malang adalah sebagai tambahan bahan kepustakaan yang dapat di gunakan untuk pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang matematika.

### 1.5. Batasan Masalah

Dalam penulisan ini penulis memberikan batasan masalah hanya pada papan  $n \times n$  berukuran genap dan ganjil dengan  $n > 2$  dan  $n \leq 6$ . Benteng yang di tempatkan pada papan ini adalah jumlah maksimal benteng yang dapat ditempatkan

### 1.6 Metode Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini penulis menggunakan sebuah metode penulisan berupa kajian literatur. Adapun kajian literatur yang di gunakan adalah metode penelitian perpustakaan ( library research) yaitu penelitian yang dapat di lakukan di dalam perpustakaan yang bertujuan untuk mengumpulkan data dan informasi berupa bermacam material yang terdapat di dalam perpustakaan antara lain buku- buku, majalah, dokumen, dan sebagainya.

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 benteng pada papan catur  $n \times n$  dengan menggunakan algoritma runut balik.

### 2. Mencari Data Pendukung

Penulis mengumpulkan data pendukung yang berupa data primer, yaitu data yang diperoleh dengan cara mencari banyaknya algoritma benteng pada papan catur  $n \times n$  dengan menggunakan algoritma runut balik. Data yang dimaksud dalam penelitian ini adalah hasil dari kemungkinan mendeskripsikan benteng pada papan catur berukuran  $n \times n$  menggunakan algoritma runut balik yang di tunjukkan dengan banyaknya titik yang di tempatkan pada papan catur tersebut.

### 3. Menganalisa Data

Langkah-langkah analisis data sebagai berikut:

- a. Menggambar papan catur berukuran  $n \times n$
- b. Meletakkan benteng pada salah satu kotak pada papan catur berukuran  $n \times n$
- c. Menghitung banyaknya langkah benteng pada setiap kotak catur berukuran secara bergantian dengan menggunakan algoritma runut balik
- d. Mencari pola dari banyaknya kemungkinan langkah benteng pada papan catur berukuran  $n \times n$  dengan menggunakan algoritma runut balik .
- e. Menentukan teorema dari banyaknya kemungkinan langkah benteng pada papan catur berukuran  $n \times n$  dengan menggunakan algoritma runut balik
- f. Membuktikan teorema yang diberikan, yaitu teorema dari banyaknya kemungkinan langkah benteng pada papan catur berukuran  $n \times n$  dengan menggunakan algoritma runut balik

g. Membuat Kesimpulan berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini akan memperoleh suatu pola dari banyaknya kemungkinan langkah benteng menggunakan algoritma runut balik pada papan catur berukuran  $n \times n$  yang akan dijadikan sebagai teorema, dan teorema tersebut akan dibuktikan kebenarannya.

5. Melaporkan

Membuat laporan penelitian tentang banyaknya kemungkinan algoritma benteng pada papan catur berukuran  $n \times n$

### **1.7. Sistematika Penulisan**

Agar penulisan skripsi ini lebih sistematis, mudah di telaah dan di kaji maka di gunakan sebuah sistematika penulisan yang terdiri dari empat bab. Di mana masing-masing bab di bagi ke dalam beberapa sub bab dengan rumusan sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini membahas hal yang melatar belakangi penulisan skripsi ini adalah permasalahan menentukan langkah benteng yang ditempatkan pada papan catur berukuran  $n \times n$  sedemikian hingga tidak ada dua benteng yang dapat saling menangkap/memakan dalam 1 baris dan 1 kolom. Sehingga penulis merumuskan judul untuk skripsi ini, yakni “Deskripsi Langkah Benteng dalam Papan Catur  $n \times n$  dengan Menggunakan Algoritma Runut Balik”.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

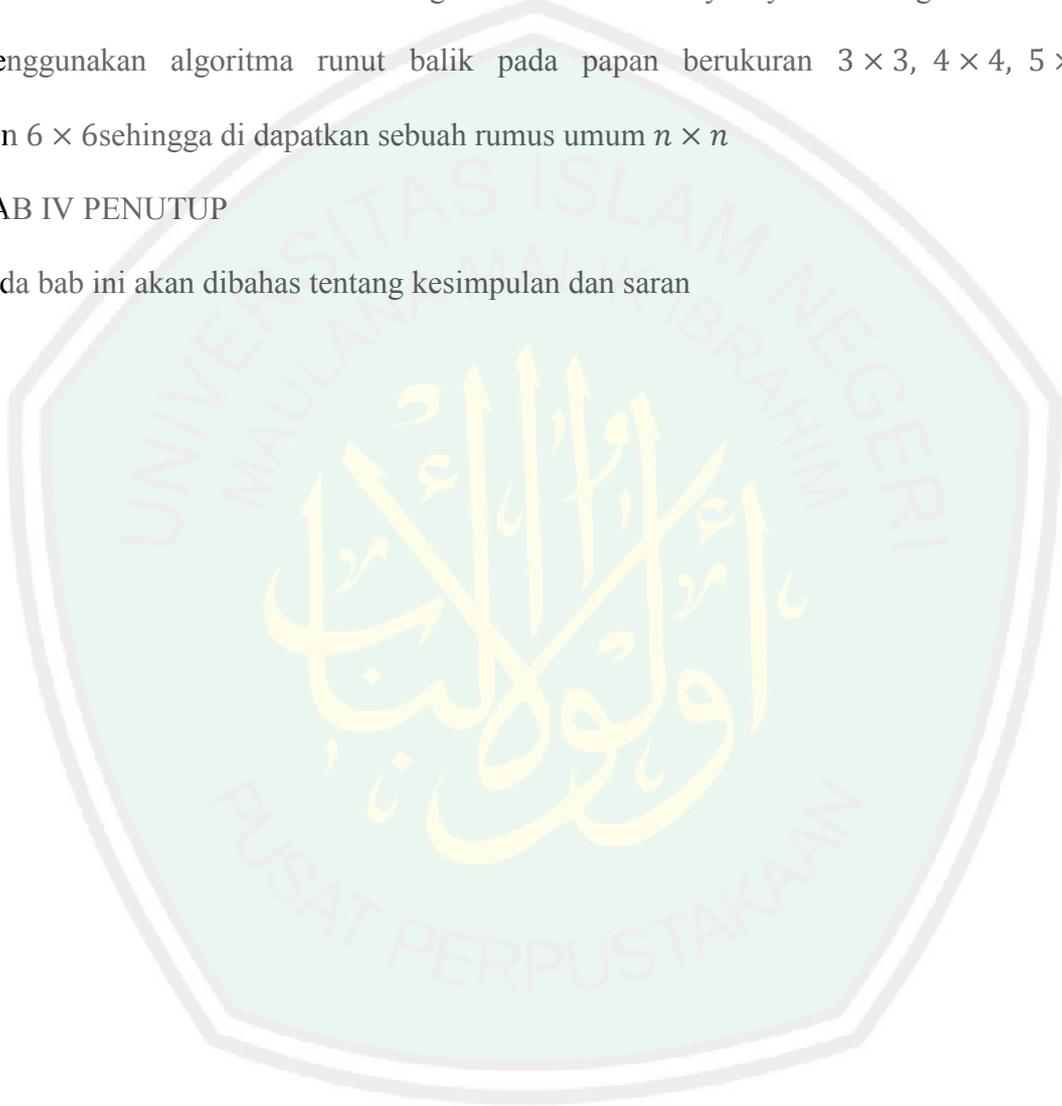
Bagian ini terdiri atas konsep-konsep (teori-teori) yang mendukung bagian pembahasan. Konsep-konsep tersebut antara lain membahas tentang permainan catur, benteng dalam kehidupan manusia, matriks, graf, pohon, pengertian backtracking, rotasi dan refleksi.

### BAB III PEMBAHASAN

Pembahasan berisi tentang menentukan banyaknya caralangkah benteng menggunakan algoritma runut balik pada papan berukuran  $3 \times 3$ ,  $4 \times 4$ ,  $5 \times 5$ , dan  $6 \times 6$  sehingga di dapatkan sebuah rumus umum  $n \times n$

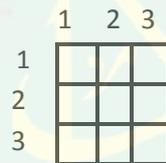
### BAB IV PENUTUP

Pada bab ini akan dibahas tentang kesimpulan dan saran

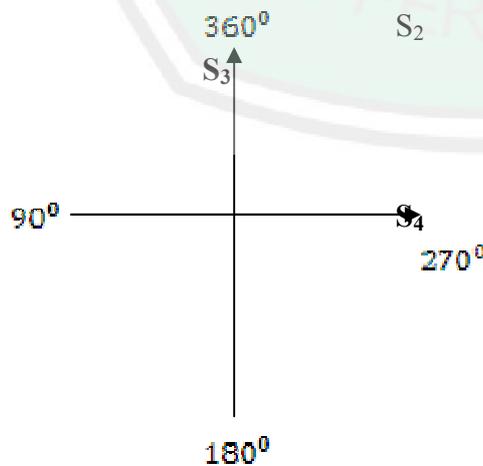


### BAB III PEMBAHASAN

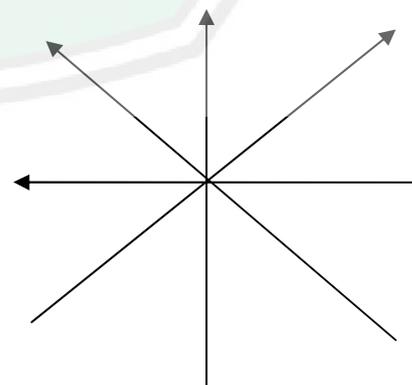
Pada pembahasan ini benteng (rook) ditempatkan pada papan catur  $n \times n$  sehingga tidak ada benteng yang saling memakan dengan menggunakan metode backtracking (Mumtaz 2008: 2). Papan  $n \times n$  yang digunakan adalah  $3 \times 3$ ,  $4 \times 4$ ,  $5 \times 5$ , dan  $6 \times 6$ . Benteng pada papan disimbolkan dengan (•) dimulai dengan papan  $3 \times 3$  dan cara pengisiannya berdasarkan urutan baris yang dimulai dari baris 1 dan seterusnya sehingga tidak ada benteng yang saling memakan. Untuk penamaan bidak yang di tempatkan pada papan sebagai berikut:



Setelah dilakukan penempatan bidak pada papan  $n \times n$  maka ditemukan solusi dengan Rotasi berlawanan dengan arah arum jam, dan melakukan refleksi pada bidang yang dinotasikan dengan  $S_1, S_2, S_3$ , dan  $S_4$  adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Sudut Rotasi

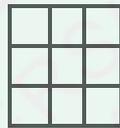


Gambar 3.2  $S_1$ - $S_4$  sebagai sumbu refleksi

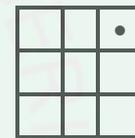
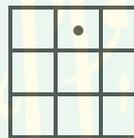
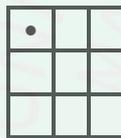
Dari gambar sudut rotasi dan sumbu refleksi di atas ada hubungan untuk menentukan proses backtrackingnya yaitu pertama dirotasikan dengan berlawanan dengan arah jarum jam dan direfleksikan dengan  $S_1 - S_4$ .

### 3.1 Papan $3 \times 3$

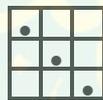
1. Papan  $3 \times 3$ , papan kosong.



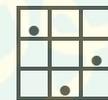
2. Tempatkan benteng pada baris A11,A12,A13



3. Penempatan benteng pada papan A11,A12,A13 akan menghasilkan sebuah master sebagai berikut:



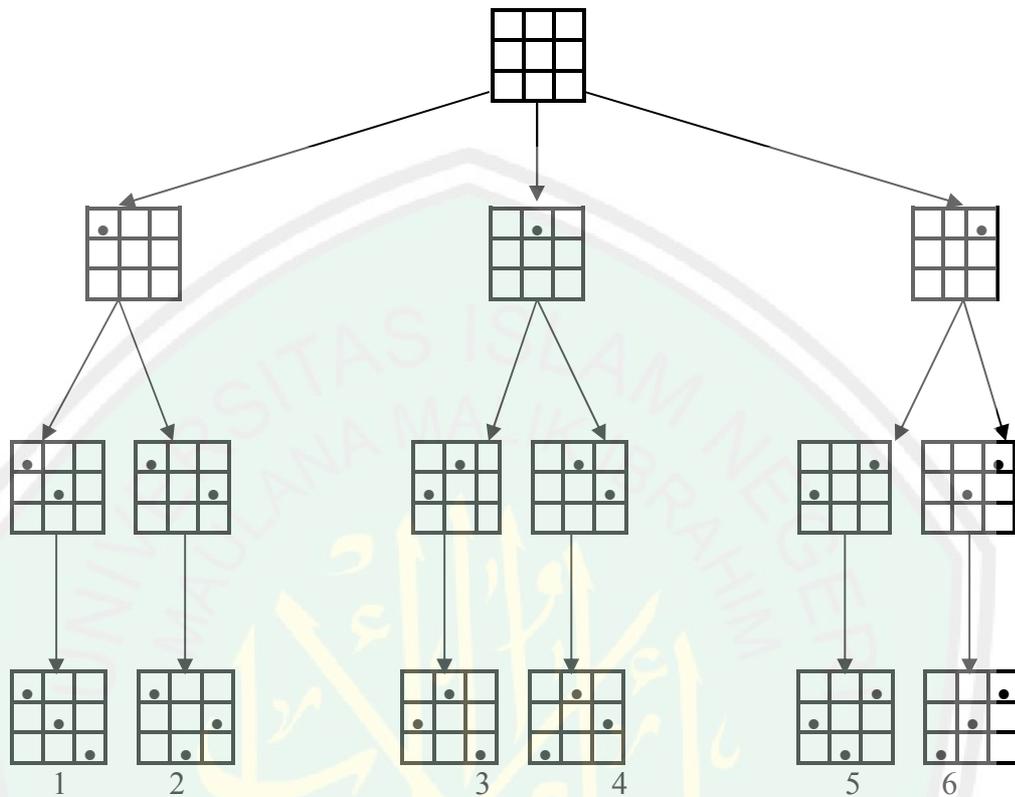
1



2

Gambar 3.4 Master 3x3

Dari master di atas dapat dirotasikan dan direfleksikan dengan menggunakan pohon dan runut balik sehingga menghasilkan 6 langkah benteng yang ditempatkan pada jumlah maksimal yang tidak saling memakan atau menangkap dalam 1 baris dan 1 kolom



Gambar 3.4 Proses backtracking pada papan 3x3

1. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no1 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 6.
2. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master No 2 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 170^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 4,5 dan 3.

Tabel 3.1 jumlah rotasi dan refleksi dari masing-masing gambar pada papan catur 3x3

No	Pada papan	Jumlah master	Rotasi			Refleksi			Total
			90°	180°	270°	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>4</sub>	
1	1	1	1	-	-	-	-	1	3
2	2	1	1	1	1	1	1	1	7
Jumlah		2	2	1	1	1	1	2	10

(Sumber: analisis penulis :2011)

Keterangan hasil tabel diatas adalah sebagai berikut:

Rotasi 90° = refleksi S<sub>4</sub>

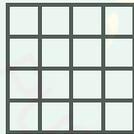
Rotasi 180° = refleksi S<sub>1</sub>

Rotasi 270° = refleksi S<sub>2</sub>

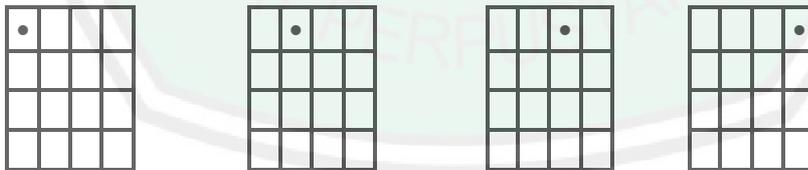
Pada kolom pada tabel diatas dengan isian (- - -) adalah kembali pada dirinya sendiri sehingga tidak menghasilkan langkah benteng baru.

### 3.2 Papan 4x4

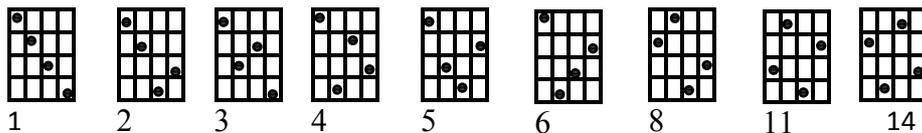
1. Papan 4 × 4, papan kosong.



2. Tempatkan benteng pada papan A11,A12,A13,A14

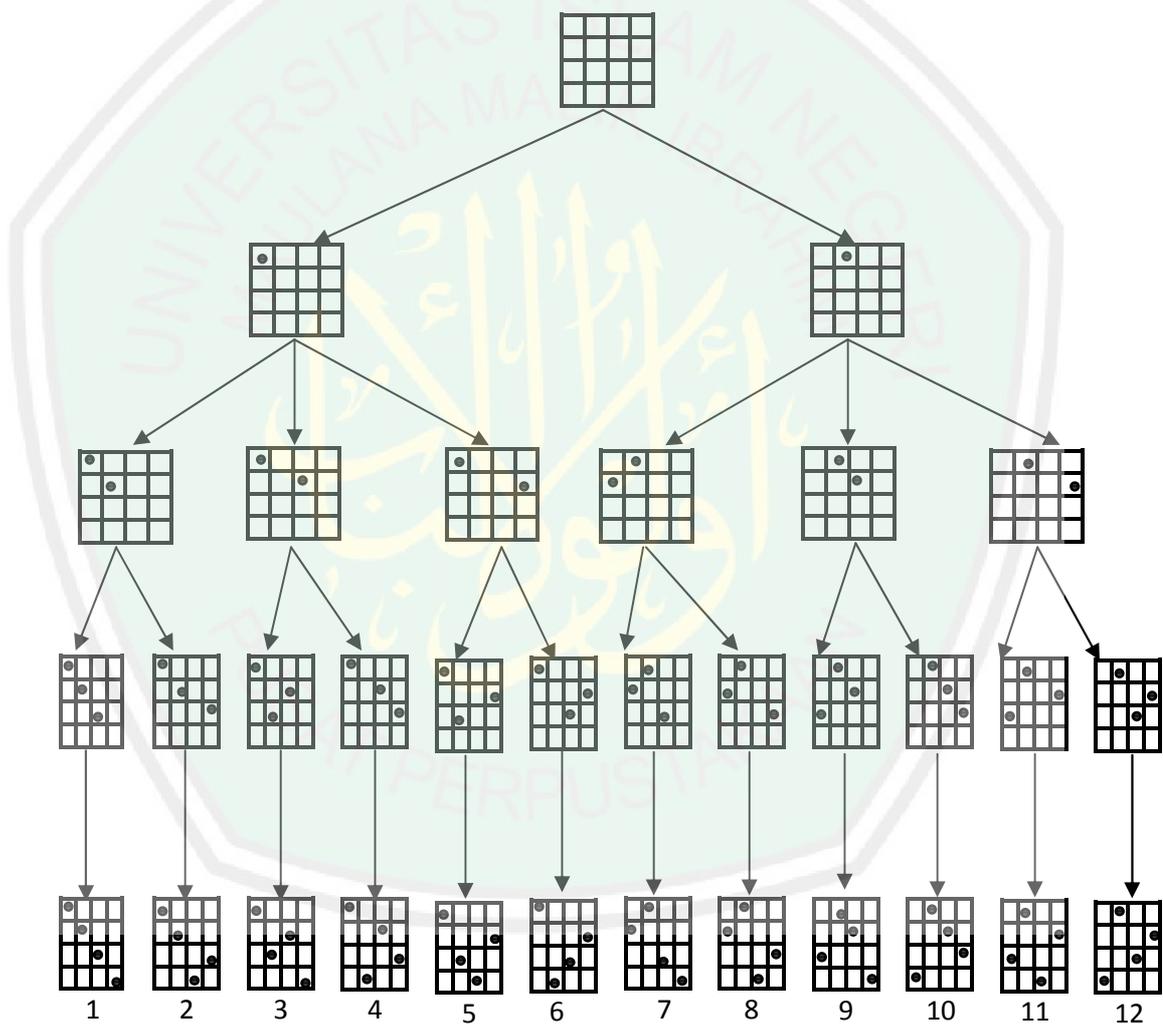


3. Penempatan benteng pada papan A11,A12,A13,A14 akan menghasilkan master sebagai berikut.

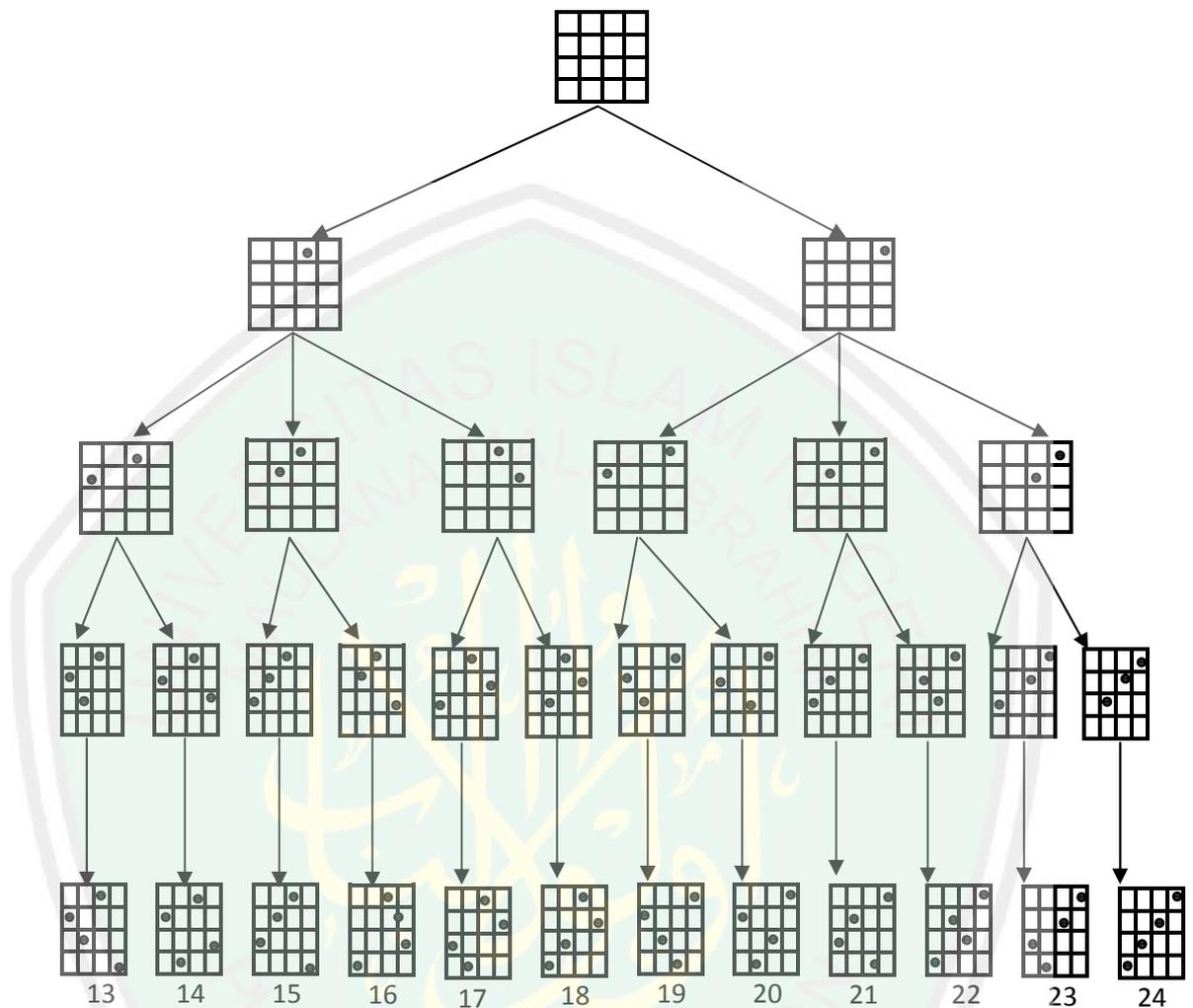


Gambar 3.5 Master 4x4

Dari master di atas dapat dirotasikan dan direfleksikan dengan menggunakan pohon dan runut balik sehingga menghasilkan 24 langkah benteng yang ditempatkan pada jumlah maksimal yang tidak saling memakan atau menangkap dalam 1 baris dan 1 kolom



Gambar 3.6 proses backtracking papan catur 4x4 yang ditempatkan pada A11,A12



Gambar 3.7 proses backtracking papan catur 4x4 yang ditempatkan pada A13,A14

1. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no1 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 24
2. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no2 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 18,7 dan 27.

3. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no3 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 22
4. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 4 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 16,13 dan 20.
5. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 5 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 12,9 dan 21.
6. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no1 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 18,7 dan 27.
7. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no6 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 10,15 dan 19.
8. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no8 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no17.

9. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no11 pada gambar diatas jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 14

Tabel 3.2 jumlah rotasi dan refleksi dari masing-masing gambar pada papan catur 4x4

No	Pada papan	Jumlah master	Rotasi			Reflesi			Total
			$90^\circ$	$180^\circ$	$270^\circ$	$S_1$	$S_2$	$S_4$	
1	1	1	1	-		-	-	1	3
2	2	1	1	1	1	1	1	1	7
3	3	1	1	-	-	-	-	1	3
4	4	1	1	1	1	1	1	1	7
5	5	1	1	1	1	1	1	1	7
6	6	1	1	1	1	1	1	1	7
7	8	1	1	-	-	-	-	-	2
8	11	1	-	-	-	-	-	-	1
9	14	1	-	-	-	-	-	-	1
Jumlah		9	7	4	4	4	4	6	38

(Sumber: analisis penulis :2011)

Keterangan hasil tabel diatas adalah sebagai berikut:

Rotasi  $90^\circ$  = refleksi  $S_4$

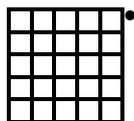
Rotasi  $180^\circ$  = refleksi  $S_1$

Rotasi  $270^\circ$  = refleksi  $S_2$

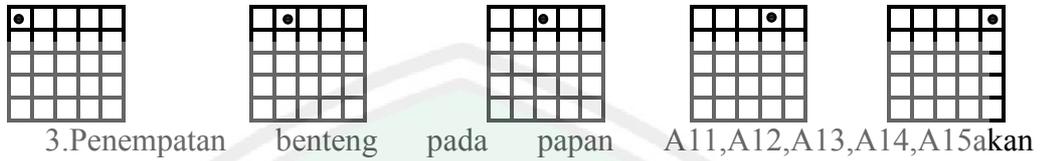
Pada kolom pada tabel diatas dengan isian (- - -) adalah kembali pada dirinya sendiri sehingga tidak menghasilkan langkah benteng baru.

### 3.3 papan 5x5

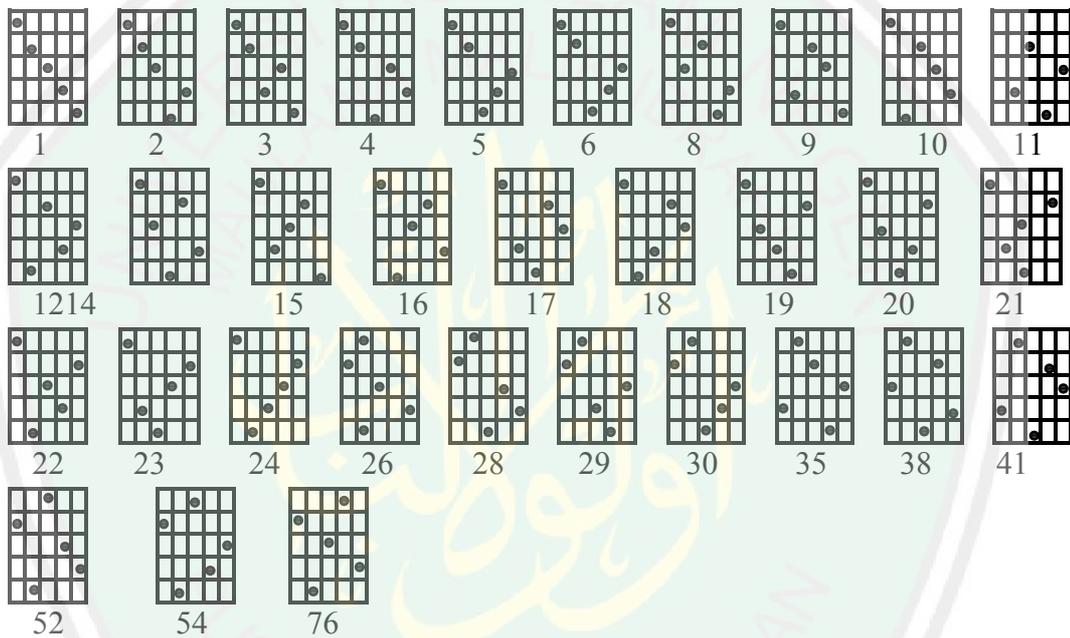
1. Papan  $5 \times 5$ , papan kosong.



2. Tempatkan benteng pada baris A11,A12,A13,A14,A15



menghasilkan sebuah master berikut:



Gambar 3.7 Master 5x5

Dari master di atas dapat dirotasikan dan direfleksikan dengan menggunakan pohon dan runut balik sehingga menghasilkan 120 langkah benteng yang ditempatkan pada jumlah maksimal yang tidak saling memakan atau menangkap dalam 1 baris dan 1 kolom

Dapat digambar pada lampiran 1 papan 5 x 5 bahwa dengan rotasi dan refleksi adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no1 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 120
2. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no2 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 196,25 dan 119.
3. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no3 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 114,7 dan 118
4. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no4 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 90,49 dan 116.
5. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no5 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 72,31 dan 117.
6. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 6 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 66,55 dan 115
7. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 8 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 94,27 dan 113.

8. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no9 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 112,13 dan 108
9. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 10 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 88,73 dan 102.
10. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 11 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 70,37 dan 107.
11. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 12 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 64,79 dan 101.
12. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 14 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 84,51 dan 110.
13. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 15 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 106
14. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 16 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 82,75 dan 100.

15. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 17 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 60,61 dan 104.
16. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 18 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 58,85 dan 98.
17. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 19 jika dirotasikan dengan  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 33 dan 111.
18. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 20 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 42,57 dan 109.
19. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 21 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 46,39 dan 105
20. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 22 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 40,81 dan 99
21. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 23 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 36,63 dan 103.

22. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 24 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 34, 87 dan 97.
23. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 26 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 95
24. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 28 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 89, 50 dan 52
25. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 29 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 71, 32 dan 93.
26. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 30 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 65, 56 dan 91.
27. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 35 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 69, 43 dan 47.
28. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 38 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 83, 53 dan 68.



23	26	1	1	-	-	-	-	1	3
24	28	1	1	1	1	1	1	1	7
25	29	1	1	1	1	1	1	1	7
26	30	1	1	1	1	1	1	1	7
27	35	1	1	1	1	1	1	1	7
28	38	1	1	1	1	1	1	1	7
29	41	1	1	1	1	1	1	1	7
30	52	1	1	1	1	1	1	1	7
31	54	1	1	1	1	1	1	1	7
32	76	1	1	-	-	-	-	1	3
jumlah		32	32	28	28	28	28	28	204

(Sumber: analisis penulis :2011)

Keterangan hasil tabel diatas adalah sebagai berikut:

Rotasi  $90^{\circ}$  = refleksi  $S_4$

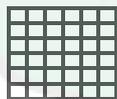
Rotasi  $180^{\circ}$  = refleksi  $S_1$

Rotasi  $270^{\circ}$  = refleksi  $S_2$

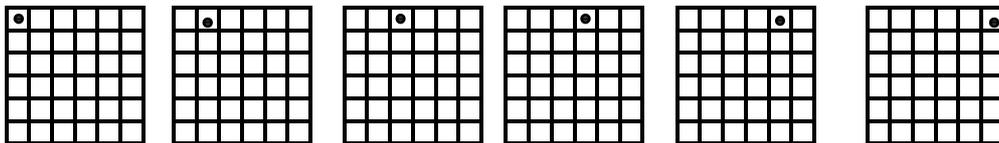
Ada kolom pada tabel diatas dengan isian (- - -) adalah kembali pada dirinya sendiri sehingga tidak menghasilkan langkah benteng baru.

### 3.4 papan 6x6

1. Papan  $6 \times 6$ , papan kosong.

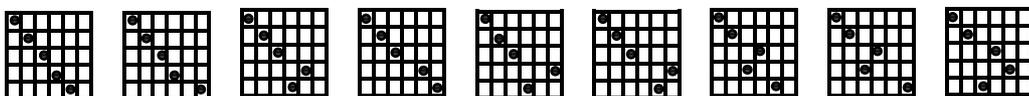


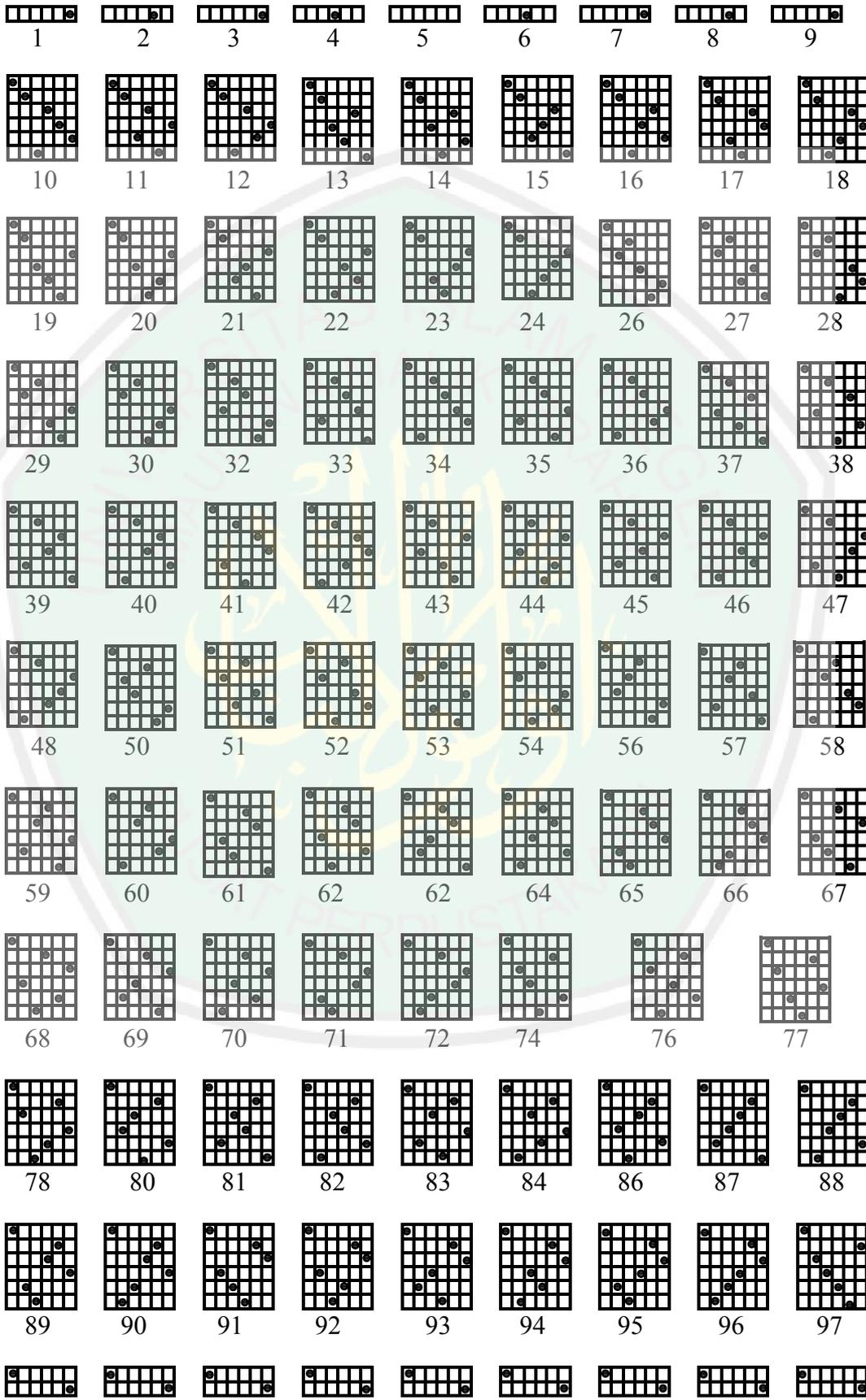
2. Tempatkan benteng pada papan A11,A12,A13,A14,A15,16

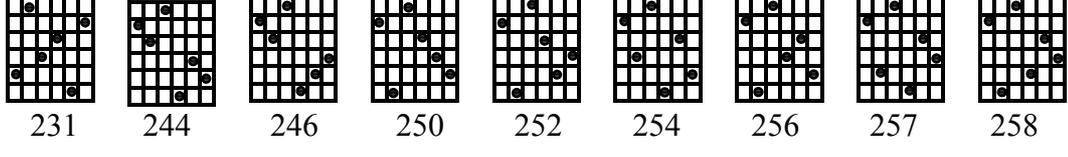
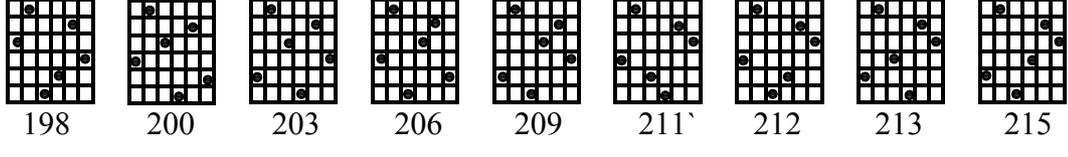
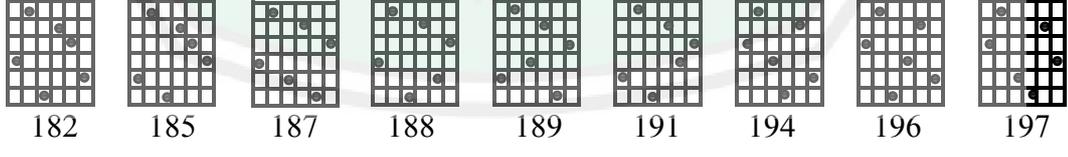
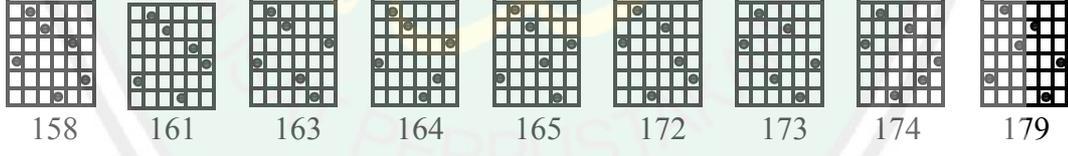
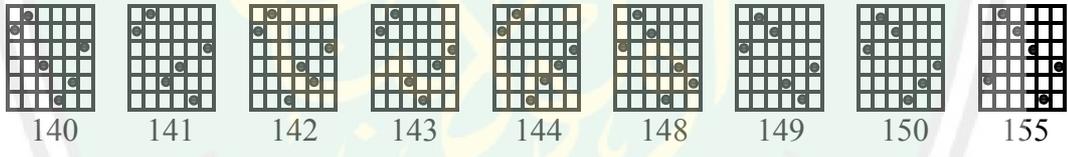
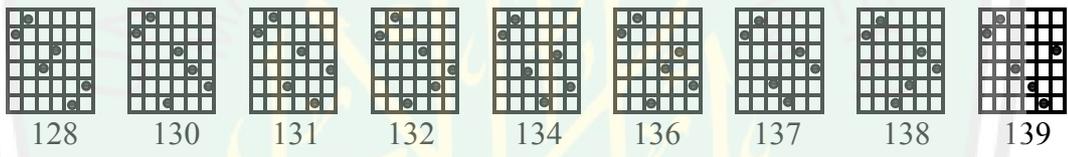
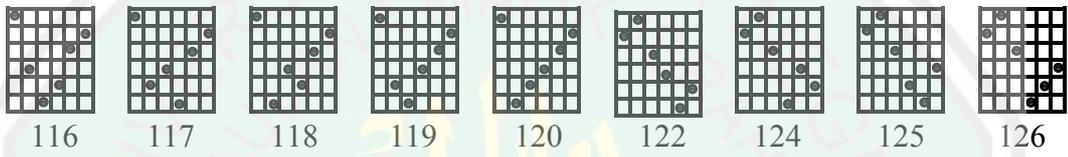
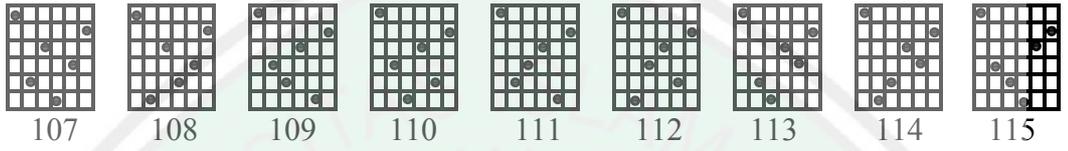
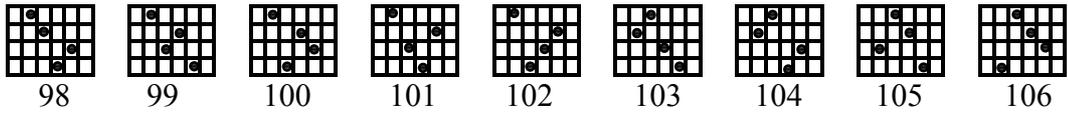


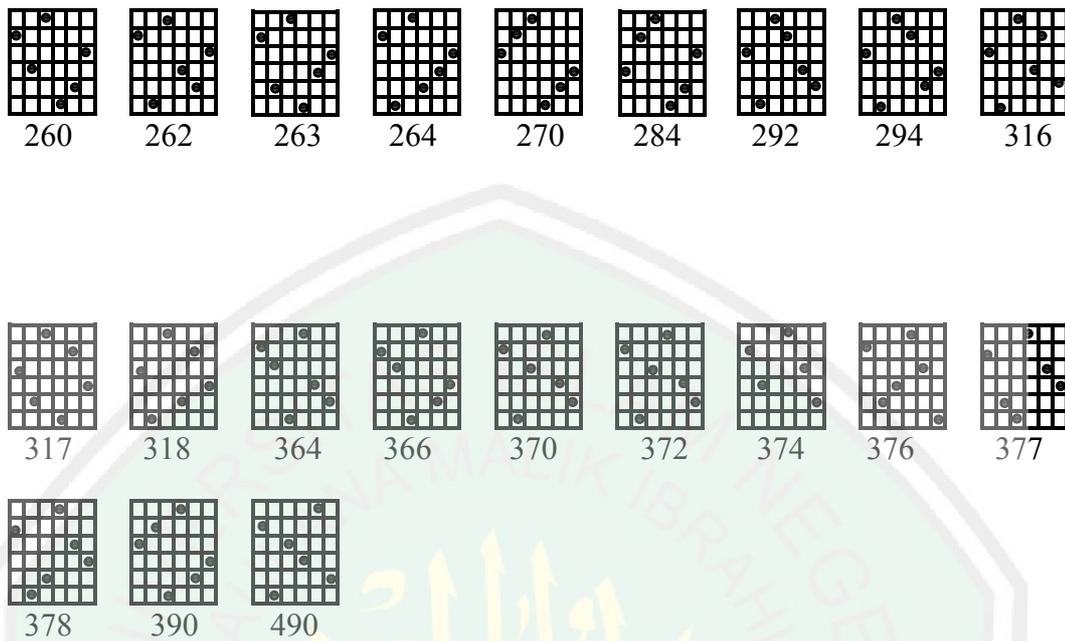
3. Penempatan benteng pada papan A11,A12,A13,A14,A15,A16 akan

menghasilkan sebuah master sebagai berikut:









Gambar 3.18 Master 6x6

Dari gambar master di atas dapat dirotasikan dan direfleksikan dengan menggunakan pohon dan runut balik sehingga menghasilkan 720 langkah benteng yang ditempatkan pada jumlah maksimal yang tidak saling memakan atau menangkap dalam 1 baris dan 1 kolom.

Dapat digambar pada lampiran 1 papan  $6 \times 6$  bahwa dengan rotasi dan refleksi adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 1 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 720
2. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no2 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

- $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 600,121 dan 719
3. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no3 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 696,25 dan 718
  4. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 4 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 576, 241 dan 716
  5. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 5 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 480,145 dan 717
  6. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 6 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 456,265 dan 715
  7. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 7 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 714
  8. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 8 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

- $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 594,127 dan 713
9. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 9 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 631,49 dan 708
10. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 10 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 570,361 dan 702
11. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 11 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 474,169 dan 707
12. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 12 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 450,385 dan 701
13. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 13 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 672,31 dan 712
14. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 14 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 552,247 dan 710

15. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 15 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 666,55 dan 706
16. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 16 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 546,367 dan 700
17. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 17 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 432,289 dan 704
18. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 18 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 462,409 dan 698
19. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 19 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 360,151 dan 711
20. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 20 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 336,271 dan 709

21. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 21 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 354, 175 dan 705
22. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 22 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 320, 391 dan 699
23. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 23 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 312, 295 dan 703
24. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 24 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 306, 415 dan 295
25. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 27 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 694
26. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 28 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 574, 243 dan 692

27. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 29 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 478, 147 dan 693
28. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 30 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 454, 267 dan 691
29. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 32 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 592, 133 dan 671
30. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 33 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 688, 73 dan 648
31. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 34 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 568, 481 dan 624
32. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 35 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 472, 193 dan 641

33. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 36 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 448, 505 dan 623
34. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 37 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 670
35. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 38 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 550, 233 dan 668
36. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 39 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 664, 79 dan 646
37. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 40 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 544, 487 dan 622
38. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 41 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 430, 313 dan 644

39. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 42 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 424, 529 dan 620
40. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 43 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 358, 157 dan 669
41. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 44 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 334, 477 dan 667
42. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 45 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 352, 199 dan 645
43. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 46 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 328, 511 dan 621
44. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 47 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi

- $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 310,319 dan 643
45. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 48 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 304,535 dan 619
46. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 50 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 558,129 dan 689
47. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 51 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 684
48. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 52 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 564,363 dan 678
49. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 53 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 468,171 dan 683
50. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 54 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 444,387 dan 677

51. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 56 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 586,135 dan 665

52. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 57 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 682,75 dan 642

53. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 58 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 562,483 dan 618

54. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 59 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 466,195, dan 641

55. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 60 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 442,507 dan 617

56. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 61 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 660
57. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 62 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 540, 373 dan 654
58. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 63 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 658, 85 dan 636
59. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 64 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 538, 439 dan 612
60. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 65 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 420, 433 dan 630
61. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 66 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 418, 553 dan 606

62. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 67 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 384,181 dan 659
63. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 68 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 324,397 dan 653
64. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 69 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 346,205 dan 635
65. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 70 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 322,517 dan 611
66. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 71 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 300,479 dan 629
67. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 72 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 298,559 dan 605

68. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 74 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 628,249 dan 686

69. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 76 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 522,369 dan 676

70. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 77 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 408,291 dan 680

71. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 78 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 402,411 dan 674

72. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 80 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 526,255 dan 662

73. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 81 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 640
74. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 82 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 520, 489 dan 616
75. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 83 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 406, 315 dan 637
76. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 84 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 400, 531 dan 614
77. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 86 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 517, 375 dan 652
78. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 87 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 634

79. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 88 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 514,459 dan 610
80. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 89 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 435,628 dan 394
81. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 90 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 394,555 dan 604
82. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 91 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 288,301 dan 656
83. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 92 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 282,421 dan 650
84. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 93 jika dirotasikan dengan  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 286,325 dan 632

85. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 94 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 280,541 dan 608

86. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 95 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 276,445 dan 626

87. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 96 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 274,565 dan 606

88. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 97 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 240,153 dan 687

89. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 98 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi

$S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 216,273 dan 685

90. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 99 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 234,178 dan 681
91. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 100 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 393,675 dan 192
92. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 101 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 192,297 dan 676
93. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 102 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 186,417 dan 673
94. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 103 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 238,159 dan 663
95. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 104 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi

- $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 214,279 dan 661
96. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 105 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 232,201 dan 639
97. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 106 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 208,513 dan 615
98. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 107 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 190,321 dan 638
99. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 108 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 184,537 dan 613
100. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 109 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 228,183 dan 657

101. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 110 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 210,393 dan 675
102. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 111 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 226,207 dan 633
103. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 112 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 202,519 dan 609
104. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 113 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 180,441 dan 627
105. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 114 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 177,561 dan 603
106. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 115 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau

refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 168,303 dan 655

107. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 116 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 162,423 dan 649
108. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 117 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 166,327 dan 631
109. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 118 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 160,543 dan 607
110. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 119 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 156,447 dan 625
111. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 120 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 154,567 dan 601

112. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 122 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 599, 575 dan 242
113. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 124 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 575, 242 dan 596
114. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 125 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 479, 148 dan 597
115. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 126 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 455, 266 dan 595
116. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 128 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 593
117. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 130 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 569, 362 dan 528

118. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 131 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 473,170 dan 587
119. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 132 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 449,386 dan 581
120. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 134 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 551,248 dan 590
121. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 136 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 545,368 dan 580
122. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 137 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 431,290 dan 584
123. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 138 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau

refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 425,410 dan 578

124. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 139 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 359,152 dan 591
125. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 140 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 335,272 dan 589
126. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 141 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 353,176 dan 585
127. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 142 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 329,393 dan 579
128. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 143 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 311,296 dan 583

129. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 144 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 305,416 dan 577
130. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 148 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 573,245 dan 276
131. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 150 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 453,269 dan 475
132. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 155 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 471,217 dan 239
133. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 158 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 549,259 dan 356
134. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 161 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau

refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 429, 337 dan 236

135. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 163 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 357
136. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 164 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 333, 283 dan 255
137. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 165 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 351, 223 dan 237
138. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 172 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 563, 365 dan 462
139. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 173 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 467
140. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 174 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau

refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 389,461 dan 465

141. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 179 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 465,219 dan 233
142. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 182 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 539,379 dan 342
143. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 185 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 419,457 dan 222
144. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 187 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 347
145. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 188 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 323,403 dan 341
146. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 189 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau

refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 345,229 dan 227

147. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 191 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 299,463 dan 221
148. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 194 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 527,251 dan 470
149. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 196 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 521,371 dan 460
150. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 197 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 407,293 dan 464
151. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 198 jika dirotasikan dengan  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 401,413 dan 458

152. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 200 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no
153. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 200 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 525, 261 dan 350
154. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 203 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 405, 339 dan 230
155. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 206 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 515, 381 dan 340
156. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 209 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 395, 459 dan 220
157. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 211 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 287, 307 dan 344

158. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 212 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 281,427 dan 338
159. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 213 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 285,349 dan 224
160. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 215 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 275,469 dan 218
161. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 231 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 225
162. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 244 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 572
163. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 246 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 452,268 dan 571

164. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 250 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 566,482 dan 504
165. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 252 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 446,506 dan 503
166. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 254 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 548
167. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 256 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 542,488 dan 501
168. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 258 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 422,315 dan 524
169. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 260 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 332,278 dan 547

170. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 262 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 326, 512 dan 507
171. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 263 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 308, 320 dan 523
172. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 264 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 302, 536 dan 499
173. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 270 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 415
174. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 284 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 331
175. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 292 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 560, 485 dan 384

176. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 294 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 440, 509 dan 383
177. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 316 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 518, 491 dan 382
178. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 317 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 404
179. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 318 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 398, 533 dan 380
180. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 364 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 558
181. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 366 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 438, 388 dan 557

182. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 370 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 556, 484 dan 498
183. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 372 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 434, 508 dan 497
184. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 376 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 532, 494 dan 492
185. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 377 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 414, 463 dan 510
186. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 378 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  atau refleksi  $S_4, S_1, S_2$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 412, 554 dan 486
187. Berdasarkan aturan langkah benteng pada permainan catur pada langkah master no 390 jika dirotasikan dengan  $90^\circ$  atau refleksi  $S_4$  akan menghasilkan langkah benteng pada papan no 437



43	45	1	1	1	1	1	1	1	7
44	46	1	1	1	1	1	1	1	7
45	47	1	1	1	1	1	1	1	7
46	48	1	1	1	1	1	1	1	7
47	50	1	1	1	1	1	1	1	7
48	51	1	1	-	-	-	-	1	3
49	52	1	1	1	1	1	1	1	7
50	53	1	1	1	1	1	1	1	7
51	54	1	1	1	1	1	1	1	7
52	56	1	1	1	1	1	1	1	7
53	57	1	1	1	1	1	1	1	7
54	58	1	1	1	1	1	1	1	7
55	59	1	1	1	1	1	1	1	7
56	60	1	1	1	1	1	1	1	7
57	61	1	1	-	-	-	-	1	3
58	62	1	1	1	1	1	1	1	7
59	63	1	1	1	1	1	1	1	7
60	64	1	1	1	1	1	1	1	7
61	65	1	1	1	1	1	1	1	7
62	66	1	1	1	1	1	1	1	7
63	67	1	1	1	1	1	1	1	7
64	68	1	1	1	1	1	1	1	7
65	69	1	1	1	1	1	1	1	7
66	70	1	1	1	1	1	1	1	7
67	71	1	1	1	1	1	1	1	7
68	72	1	1	1	1	1	1	1	7
69	74	1	1	1	1	1	1	1	7
70	76	1	1	1	1	1	1	1	7
71	77	1	1	1	1	1	1	1	7
72	78	1	1	1	1	1	1	1	7
73	80	1	1	1	1	1	1	1	7
74	81	1	1	-	-	-	-	1	3
75	82	1	1	1	1	1	1	1	7
76	83	1	1	1	1	1	1	1	7
77	84	1	1	1	1	1	1	1	7
78	86	1	1	1	1	1	1	1	7
79	87	1	1	1	1	1	1	1	7
80	88	1	1	1	1	1	1	1	7
81	89	1	1	1	1	1	1	1	7
82	90	1	1	1	1	1	1	1	7
83	91	1	1	1	1	1	1	1	7
84	92	1	1	1	1	1	1	1	7
85	93	1	1	1	1	1	1	1	7
86	94	1	1	1	1	1	1	1	7
87	95	1	1	1	1	1	1	1	7
88	96	1	1	1	1	1	1	1	7
89	97	1	1	1	1	1	1	1	7
90	98	1	1	1	1	1	1	1	7
91	99	1	1	1	1	1	1	1	7
92	100	1	1	1	1	1	1	1	7
93	101	1	1	1	1	1	1	1	7
94	102	1	1	1	1	1	1	1	7
95	103	1	1	1	1	1	1	1	7
96	104	1	1	1	1	1	1	1	7
97	105	1	1	1	1	1	1	1	7
98	106	1	1	1	1	1	1	1	7

99	107	1	1	1	1	1	1	1	7
100	108	1	1	1	1	1	1	1	7
101	109	1	1	1	1	1	1	1	7
102	110	1	1	1	1	1	1	1	7
103	111	1	1	1	1	1	1	1	7
104	112	1	1	1	1	1	1	1	7
105	113	1	1	1	1	1	1	1	7
106	114	1	1	1	1	1	1	1	7
107	115	1	1	1	1	1	1	1	7
108	116	1	1	1	1	1	1	1	7
109	117	1	1	1	1	1	1	1	7
110	118	1	1	1	1	1	1	1	7
111	119	1	1	1	1	1	1	1	7
112	120	1	1	1	1	1	1	1	7
113	122	1	1	-	-	-	-	1	3
114	124	1	1	1	1	1	1	1	7
115	125	1	1	1	1	1	1	1	7
116	126	1	1	1	1	1	1	1	7
117	128	1	1	-	-	-	-	1	7
118	130	1	1	1	1	1	1	1	7
119	131	1	1	1	1	1	1	1	7
120	132	1	1	1	1	1	1	1	7
121	134	1	1	1	1	1	1	1	7
122	136	1	1	1	1	1	1	1	7
123	137	1	1	1	1	1	1	1	7
124	138	1	1	1	1	1	1	1	7
125	139	1	1	1	1	1	1	1	7
126	140	1	1	1	1	1	1	1	7
127	141	1	1	1	1	1	1	1	7
128	142	1	1	1	1	1	1	1	7
129	143	1	1	1	1	1	1	1	7
130	144	1	1	1	1	1	1	1	7
131	150	1	1	1	1	1	1	1	7
132	155	1	1	1	1	1	1	1	7
133	158	1	1	1	1	1	1	1	7
134	161	1	1	1	1	1	1	1	7
135	163	1	1	-	-	-	-	1	3
136	164	1	1	1	1	1	1	1	7
137	165	1	1	1	1	1	1	1	7
138	172	1	1	1	1	1	1	1	7
139	173	1	1	-	-	-	-	1	3
140	174	1	1	1	1	1	1	1	7
141	179	1	1	1	1	1	1	1	7
142	182	1	1	1	1	1	1	1	7
143	185	1	1	1	1	1	1	1	7
144	187	1	1	-	-	-	-	1	3
145	188	1	1	1	1	1	1	1	7
146	189	1	1	1	1	1	1	1	7
147	191	1	1	1	1	1	1	1	7
148	194	1	1	1	1	1	1	1	7
149	196	1	1	1	1	1	1	1	7
150	197	1	1	1	1	1	1	1	7
151	198	1	1	1	1	1	1	1	7
152	200	1	1	1	1	1	1	1	7
153	203	1	1	1	1	1	1	1	7
154	209	1	1	1	1	1	1	1	7

155	211	1	1	1	1	1	1	1	7
156	212	1	1	1	1	1	1	1	7
157	213	1	1	1	1	1	1	1	7
158	215	1	1	1	1	1	1	1	7
159	231	1	1	-	-	-	-	1	3
160	244	1	1	-	-	-	-	1	3
161	246	1	1	1	1	1	1	1	7
162	250	1	1	1	1	1	1	1	7
163	252	1	1	1	1	1	1	1	7
164	254	1	1	1	1	1	1	1	7
165	256	1	1	1	1	1	1	1	7
166	257	1	1	1	1	1	1	1	7
167	258	1	1	1	1	1	1	1	7
168	260	1	1	1	1	1	1	1	7
169	262	1	1	1	1	1	1	1	7
170	263	1	1	1	1	1	1	1	7
171	264	1	1	1	1	1	1	1	7
172	270	1	1	-	-	-	-	1	3
173	284	1	1	-	-	-	-	1	3
174	292	1	1	1	1	1	1	1	7
175	294	1	1	1	1	1	1	1	7
176	316	1	1	1	1	1	1	1	7
177	318	1	1	1	1	1	1	1	7
178	317	1	1	-	-	-	-	1	3
179	206	1	1	1	1	1	1	1	7
180	364	1	1	-	-	-	-	1	3
181	366	1	1	1	1	1	1	1	7
182	370	1	1	1	1	1	1	1	7
183	372	1	1	1	1	1	1	1	7
184	374	1	1	-	-	-	-	1	3
185	377	1	1	1	1	1	1	1	7
186	376	1	1	1	1	1	1	1	7
187	378	1	1	1	1	1	1	1	7
188	390	1	1	-	-	-	-	1	3
189	149	1	1	1	1	1	1	1	7
190	490	1	1	-	-	-	-	1	3
191	148	1	1	1	1	1	1	1	7
jumlah		191	191	169	169	169	169	191	1213

(Sumber: analisis penulis :2011)

Keterangan hasil tabel diatas adalah sebagai berikut:

Rotasi  $90^\circ$  = refleksi  $S_4$

Rotasi  $180^\circ$  = refleksi  $S_1$

Rotasi  $270^\circ$  = refleksi  $S_2$

Pada kolom pada tabel diatas dengan isian (- - -) adalah kembali pada dirinya sendiri sehingga tidak menghasilkan langkah benteng baru.

### 3.5 Menentukan Koefisien $k$ ( Banyaknya Langkah Benteng ) Dengan Menggunakan Algoritma Runut Balik

Seperti di jelaskan pada kajian teori sebelumnya, di mana bagaimana mencari koefisien  $x^k$  dari *rook polynomial* yang berarti banyaknya cara menempatkan  $k$  buah benteng pada sebuah papan catur berukuran hingga  $n \times n$  sehingga untuk  $b$  suatu benteng dari himpunan  $k$  buah benteng tidak terletak pada minimal 1 dari  $k-1$  benteng lainnya pada baris maupun kolom yang sama. Banyaknya langkah benteng dapat di simbolkan dengan  $k$ .

Di mana :

$n = k$  dan  $\{0,1,2,3,4,5, \dots\}$  adalah bilangan cacah.

#### 3.5.1 Pada papan $3 \times 3$

Banyaknya langkah benteng yang di temukan adalah sebanyak 6. Ini dapat di cari dengan menggunakan algoritma runut balik.

Di mana

$n = k$  dan  $\{0,1,2\}$  adalah bilangan cacah  $< 3$

Contoh :

$$n = 3 \rightarrow (3-0)(3-1)(3-2)$$

$$= (3 \times 2 \times 1)$$

$$= 6$$

Jadi jumlah algoritma benteng pada papan  $3 \times 3$  adalah sebanyak 6 langkah

#### 3.5.2 Pada papan $4 \times 4$

Banyaknya langkah benteng yang di temukan adalah sebanyak 24. Ini dapat di cari dengan menggunakan algoritma runut balik.

Di mana

$n = k$  dan  $\{0,1,2,3\}$  adalah bilangan cacah  $< 4$

Contoh :

$$\begin{aligned} n = 4 &\rightarrow (4-0)(4-1)(4-2)(4-3) \\ &= (4 \times 3 \times 2 \times 1) \\ &= 24 \end{aligned}$$

Jadi jumlah algoritma langkah benteng pada papan  $4 \times 4$  adalah sebanyak 6 langkah

### 3.5.3 Pada papan $5 \times 5$

Banyaknya langkah benteng yang di temukan adalah sebanyak 120 .Ini dapat di cari dengan menggunakan algoritma runut balik.

Di mana

$n = k$  dan  $\{0,1,2,3,4\}$  adalah bilangan cacah  $< 5$

Contoh :

$$\begin{aligned} n = 5 &\rightarrow (5-0)(5-1)(5-2)(5-3)(5-4) \\ &= (5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1) \\ &= 120 \end{aligned}$$

Jadi jumlah algoritma benteng pada papan  $5 \times 5$  adalah sebanyak 120 langkah

### 3.5.4 Pada papan $6 \times 6$

Banyaknya langkah benteng yang di temukan adalah sebanyak 720 .Ini dapat di cari dengan menggunakan algoritma runut balik.

Di mana

$n = k$  dan  $\{0,1,2,3,4,5\}$  adalah bilangan cacah  $< 6$

Contoh :

$$\begin{aligned} n = 6 &\rightarrow (6-0)(6-1)(6-2)(6-3)(6-4)(6-5) \\ &= (6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1) \\ &= 720 \end{aligned}$$

Jadi  $k$  (jumlah langkah benteng) pada papan  $6 \times 6$  adalah sebanyak 720 langkah

Tabel 3.5 banyaknya langkah benteng pada papan  $n \times n$

No	Papan catur	Bilangan cacah	Banyak langkah
1	3x3	0,1,2	6
2	4x4	0,1,2,3	24
3	5x5	0,1,2,3,4	120
4	6x6	0,1,2,3,4,5	720
5	$n \times n$	Bilangan cacah $\leq n$	$(n-0)(n-1)(n-2)..(n-(n-1))$

(sumber: analisis penulis : 2011)

Teorema

Diskripsi benteng dalam papan catur  $n \times n$  dengan menggunakan runut balik adalah sebanyak  $(n-0)(n-1)(n-2)..(n-(n-1))$ .

Bukti

Misalkan  $p(n) = (n-0)(n-1)(n-2)..(n-(n-1))$ .

- $p(n)$  benar untuk  $n = 3$  maka  $(3-0)(3-1)(3-2) = 6$
- Andai  $p(n)$  benar untuk  $n = k$  yaitu  $(k-0)(k-1)(k-2)$  maka untuk  $n = k + 1$  berlaku  $(k+1-0)(k+1-1)(k+1-2) \dots (k-(k-1))$

Jadi benar untuk  $n = k + 1$

c. Maka akan ditunjukkan benar untuk  $n = k + 1$

Yaitu:

$$(k + 1 - 0)(k + 1 - 1)(k + 1 - 2) \dots (k - (k - 1))$$

atau

$$k(k - 1)(k - 2) \dots \dots \dots 2.1$$

Karena  $k(k - 1)(k - 2) \dots \dots \dots 2.1$ , berlaku untuk  $n = k$ . Sehingga jika papan catur bertambah 1 baris dan 1 kolom maka kemungkinan langkah benteng bertambah  $k + 1$  sehingga menjadi

$$(k + 1)k(k - 1)(k - 2) \dots \dots \dots 2.1$$

d. Dengan demikian  $p(n)$  berlaku untuk  $n \geq 3$

### 3.6 Hubungan antara Sunnatullah dengan Langkah Benteng

Sebagaimana telah diketahui bahwa langkah benteng dapat dilakukan secara horizontal dan vertikal, jika hal ini dihubungkan dengan *sunnatullah* dimana manusia dan bagaimana langkahnya untuk mendapatkan ridho Allah. Maka, Islam mengatur hubungan antara manusia dengan Allah SWT atau yang disebut dengan hubungan horizontal dan hubungan antara manusia dengan manusia atau yang di sebut dengan hubungan vertikal. Ini merupakan salah satu cara atau langkah yang di tempuh oleh manusia untuk mendapatkan kebahagiaan baik di dunia maupun di akhirat. Hal ini termaktub dalam surat Al- Imron : 112

نَنُؤُا عَلَيْهِمْ وَضُرِبَتْ لِلَّهِ مِنَ بَغْضِبٍ وَأَنْبَاءٍ وَالنَّاسِ مِّنْ وَحْبَلِ اللَّهِ مِّنْ يَّحْبَلِ إِلَّا تُقْفُوا مَا آتَيْنَا الذَّلِيلَةَ عَلَيْهِمْ ضُرِبَتْ  
تَدُونَ وَكَانُوا عَصَوًا بِمَا ذَلِكْ حَقِّ بَعْضِ الْأَنْبِيَاءِ وَيَقْتُلُونَ اللَّهَ بِعَائِنَتِكَ كُفْرُونَ كَانُوا بِأَنَّهُمْ ذَالِكِ الْمَسْكَ

يَع

*“mereka diliputi kehinaan di mana saja mereka berada, kecuali jika mereka berpegang kepada tali (agama) Allah dan tali (perjanjian) dengan manusia dan mereka kembali mendapat kemurkaan dari Allah dan mereka diliputi kerendahan. yang demikian itu karena mereka kafir kepada ayat-ayat Allah dan membunuh Para Nabi tanpa alasan yang benar. yang demikian itu disebabkan mereka durhaka dan melampaui batas”*

Berdasarkan pemaparan di atas ,banyaknya langkah benteng dapat di cari berdasarkan rumus matematika. Hal ini juga bisa di hubungkan dengan *sunatullah* menjelaskan 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. Ini dapat kita temukan dalam surat Al Qomar: 49 yaitu:

بِقَدْرِ خَلْقْنَاهُ شَيْءٍ كُلِّ إِنَّا

*“Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran”.*

Berdasarkan dari ayat di atas yang menyebutkan masalah kadar dan ukuran darisekala 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 (Shihab2002:482; Mas<sup>□</sup>ulah, 2008:40).

Ini bisa di hubungkan dengan banyaknya langkah benteng pada papan  $n \times n$  baik genap maupun ganjil dapat di tentukan dengan rumus matematika  $n = k \rightarrow (k - 0)(k - 1)(k - 2) \dots (k - k - 1)$ . Dengan demikian dapat di nyatakan bahwa untuk dapat menentukan berapa banyaknya langkah benteng kita dapat mencarinya dengan rumus berapa pun jumlahnya. Manusia pun juga dapat mementukan langkah – langkahnya untuk mendapatkan apa yang di harapkannya sesuai dengan tingkat kemampuannya masing- masing. Karena Allah SWT telah menentukan kemampuan tiap- tiap manusia baik pola pikir, pola pandang, dan kemampuan intelektualnya. Semuanya sudah di atur dengan rapi dan bagaimana manusia bisa mencapai apa yang di harapkannya itu tergantung bagaimana cara manusia memanfaatkan kemampuan yang telah di berikan Allah SWT dengan sebaik- baiknya.

Ketika kita mengambil langkah apa pun dalam hidup tetap kita harus berpegang teguh kepada aturan- aturan Allah SWT walaupun sebenarnya kita mendapatkan kebebasan untuk memilih. Karena Allah SWT memberikan bekal kepada manusia berupa akal yang dapat membedakan antara yang benar dan yang batil. Allah SWT jugamenuliskan 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 mewakilkan nasib diri dan nasib usaha kita kepada Allah SWT, sedangkan manusia tidak mengurangi usahanya.

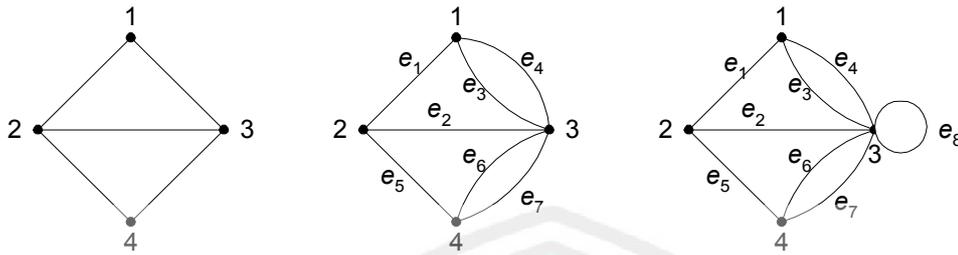
## BAB II TINJAUN PUSTAKA

### 2.1 Graf

Definisi graf di mana graf  $G$  di definisikan sebagai pasangan himpunan ( $V, E$ ), di tulis dengan notasi  $G = (V, E)$ , yang dalam hal ini  $V$  adalah himpunan tidak kosong dari simpul- simpul( *vertices* atau *node*) dan  $E$  adalah himpunan sisi ( *edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul. ( Munir,2005). Dari definisi tersebut menyatakan bahwa  $V$  tidak boleh kosong , sedangkan  $E$  boleh kosong. Jadi, sebuah graft di mungkinkan tidak mempunyai sisi atau satu buah pun, tetapi simpulnya harus ada, minimal satu. Graf yang hanya mempunyai satu buah simpul tanpa sebuah sisi pun di namakan graf trivial(Munir,2005:356) Munir (2005:356) mengatakan bahwa simpul pada graf dapat di nomori dengan huruf, seperti  $a, b, c, \dots, v, w, \dots$ , dengan bilangan asli  $1, 2, 3, \dots$ , atau gabungan keduanya. Sedangkan sisi yang menghubungkan simpul  $u$ . Dengan simpul  $v$  di nyatakan dengan pasangan  $(u, v)$  atau dinyatakan dengan lambang  $e_1, e_2, \dots$ . Dengan kata lain, jika  $e$  adalah sisi yang menghubungkan simpul  $u$  dengan simpul  $v$ , maka  $e$  dapat di tulis sebagai:  $e = (u, v)$  Secara geometri graf di gambarkan sebagai sekumpulan noktah( simpul) di dalam bidang dwimatra yang di hubungkan dengan sekumpulan garis (sisi)

(a)  $G_1$

(b)  $G_2$  (c)  $G_3$



Gambar 2.1 Tiga buah graf (a) graf sederhana, (b) graf ganda, dan (c) graf semu

**Contoh 1.** Pada Gambar 2,  $G_1$  adalah graf dengan

$$V = \{ 1, 2, 3, 4 \}$$

$$E = \{ (1, 2), (1, 3), (2, 3), (2, 4), (3, 4) \}$$

$G_2$  adalah graf dengan

$$V = \{ 1, 2, 3, 4 \}$$

$$E = \{ (1, 2), (2, 3), (1, 3), (1, 3), (2, 4), (3, 4), (3, 4) \} \quad \text{⊃ himpunan ganda}$$

$$= \{ e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7 \}$$

$G_3$  adalah graf dengan

$$V = \{ 1, 2, 3, 4 \}$$

$$E = \{ (1, 2), (2, 3), (1, 3), (1, 3), (2, 4), (3, 4), (3, 4), (3, 3) \}$$

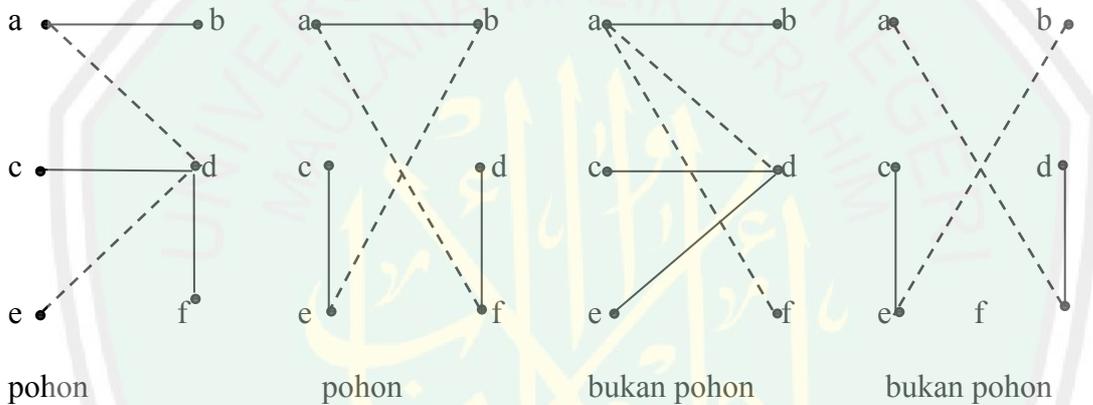
$$= \{ e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8 \}$$

1. Pada  $G_2$ , sisi  $e_3 = (1, 3)$  dan sisi  $e_4 = (1, 3)$  dinamakan **sisi-ganda** (*multiple edges* atau *parallel edges*) karena kedua sisi ini menghubungkan dua buah simpul yang sama, yaitu simpul 1 dan simpul 3.

2. Pada  $G_3$ , sisi  $e_8 = (3, 3)$  dinamakan **gelang** atau **kalang** (*loop*) karena ia berawal dan berakhir pada simpul yang sama.

### 2.2 Pohon

Pohon adalah graft tak berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Menurut definisi tersebut ada dua sifat penting pada pohon : terhubung dan tidak mengandung sirkuit (Munir, 2005:444) . Di bawah ini adalah gambar pohon dan bukan pohon



Gambar 2.2 gambar pohon dan bukan pohon

### 2.3 Rotasi

Rotasi adalah proses memutar bangun geometri terhadap titik tertentu yang dinamakan titik pusat rotasi dan ditentukan oleh arah rotasi dan besar sudut rotasi. Titik pusat rotasi adalah titik tetap atau titik pusat yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan arah dan besar sudut rotasi. Arah rotasi disepakati dengan aturan sebagai berikut:

1. Jika perputaran berlawanan dengan arah putar jarum jam, maka rotasi ini bernilai positif (+) Jika sudut pusatnya  $O ( 0,0)$  . di mana titik  $P ( x,y)$  di rotasikan

sebesar  $\alpha$  berlawanan arah dengan arah jarum jam dengan pusat O ( 0,0) dan di peroleh bayangan P' (  $x'$ ,  $y'$ ).

$$\text{Maka : } \quad x' = x \cos\alpha - y \sin\alpha$$

$$y' = x \sin\alpha + y \cos\alpha$$

2. Jika perputaran searah jarum jam, maka rotasi ini bernilai negative (-).

Besarnya sudut putar rotasi menentukan jauhnya rotasi. Jauh rotasi dinyatakan dalam bidang pecahan terhadap suatu kali putaran penuh ( $360^0$ ) atau besar sudut dalam ukuran derajat atau radian (Sartono, 2006: 185-186)

Contoh

Jika sebuah titik (3,4) diputar dengan titik pusat rotasi (2,1) sejauh  $\frac{\pi}{2}$  berlawanan arah perputaran jarum jam, maka akan dihasilkan bayangan (3,4) dengan besar sudut rotasi  $\alpha = +\frac{\pi}{2}$ .

$$\text{Matriks rotasinya adalah } \begin{pmatrix} \cos \frac{\pi}{2} & -\sin \frac{\pi}{2} \\ \sin \frac{\pi}{2} & \cos \frac{\pi}{2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{Dan persamaan matriksnya adalah } \begin{pmatrix} x' & -a \\ y' & -b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha \\ \sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x - a \\ y - b \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x - 2 \\ y - 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 - 2 \\ 4 - 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x' - 2 = -3 \Leftrightarrow x' = -1$$

$$y' - 1 = 1 \Leftrightarrow y' = 2$$

Jadi, bayangan titik A oleh rotasi  $\left[ P. \frac{\pi}{2} \right]$  adalah  $A'(-1,2)$

**Sifat- sifat rotasi:**

- a. Dua rotasi berturut-turut merupakan rotasi lagi dengan sudut putar sama dengan jumlah kedua sudut putar semula.
- b. Pada suatu rotasi, setiap bangun tidak berubah bentuknya.

(<http://www.transformasi geometri.com/Rotasi,Refleksi>. Diakses 15 Mei 2011)

## 2.4 Refleksi

Refleksi adalah suatu transformasi yang memasangkan setiap titik pada bidang dengan menggunakan sifat bayangan cermin dari titik-titik yang hendak dipindahkan (Herynugroho,dkk, 2009: 184)

Jika titik  $A(a, b)$  direfleksikan terhadap titik asal  $O(0, 0)$ , maka diperoleh hasil refleksi atau bayangan titik  $A'(a', b')$  dengan persamaan transformasi refleksinya adalah

$$\begin{cases} a' = -a \\ b' = -b \end{cases}$$

$A(a, b)$  titik asal  $O(0,0)$   $A'(-a, -b)$  Transformasi refleksi itu dapat ditulis sebagai berikut (Tampomas Husein, 2007: 250)

Contoh .

Di ketahui sebuah titik bayangan atau peta  $(5,13)$  dan  $(0,-4)$ , jika setiap titik direfleksikan terhadap titik asal  $O(0,0)$  maka akan menghasilkan titik bayangan atau peta  $(-5,-13)$  dan  $(0,4)$

**Sifat- sifat refleksi:**

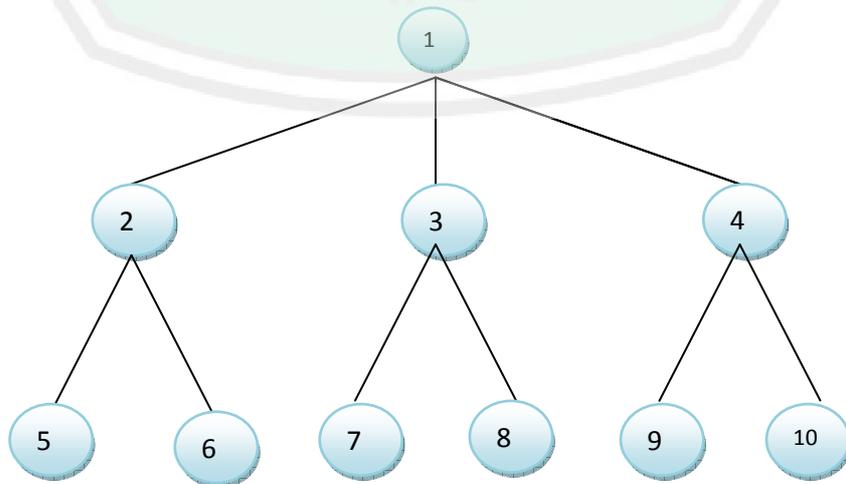
- a. Dua refleksi berturut-turut terhadap sebuah garis merupakan suatu **identitas**, artinya yang direfleksikan tidak berpindah.
- b. Pengerjaan dua refleksi terhadap **dua sumbu yang sejajar**, menghasilkan translasi (pergeseran) dengan sifat:
  1. Jarak bangun asli dengan bangun hasil sama dengan dua kali jarak kedua sumbu pencerminan.
  2. Arah translasi tegak lurus pada kedua sumbu sejajar, dari sumbu pertama ke sumbu kedua. Refleksi terhadap dua sumbu sejajar bersifat tidak komutatif.
- c. Pengerjaan dua refleksi terhadap dua sumbu yang saling tegak lurus, menghasilkan rotasi (pemutaran) setengah lingkaran terhadap titik potong dari kedua sumbu pencerminan. Refleksi terhadap dua sumbu yang saling tegak lurus bersifat komutatif.
- d. Pengerjaan dua refleksi berurutan terhadap dua sumbu yang berpotongan akan menghasilkan rotasi (perputaran) yang bersifat:
  1. Titik potong kedua sumbu pencerminan merupakan pusat perputaran.
  2. Besar sudut perputaran sama dengan dua kali sudut antara kedua sumbu pencerminan.
  3. Arah perputaran sama dengan arah dari sumbu pertama ke sumbu kedua.

(<http://www.transformasi geometri.com/Rotasi,Refleksi>. Diakses 15 Mei 2011)

## 2.5 Algoritma Runut Balik

Algoritma runut-balik (backtracking algorithm) adalah algoritma yang berbasis pada DFS untuk mencari solusi persoalan secara lebih ringkas. Runut-balik, yang merupakan perbaikan dari algoritma brute force, secara sistematis mencari solusi persoalan di antara semua kemungkinan solusi yang ada. Dengan metode ini, kita tidak perlu memeriksa semua kemungkinan solusi yang ada hanya pencarian yang mengarah ke solusi saja yang selalu dipertimbangkan. Akibatnya, waktu pencarian dapat dihemat. Runut-balik lebih alami dinyatakan dalam algoritma rekursif. Kadang-kadang disebutkan pula bahwa runut-balik merupakan bentuk tipikal dari algoritma rekursif. Istilah runut-balik pertama kali diperkenalkan oleh D.H. Lehmer pada tahun 1950. Selanjutnya, R. J. Walker, Golomb, dan Baumert menyajikan uraian umum tentang runut-balik dan penerapannya pada berbagai persoalan (Mumtaz, 2008)

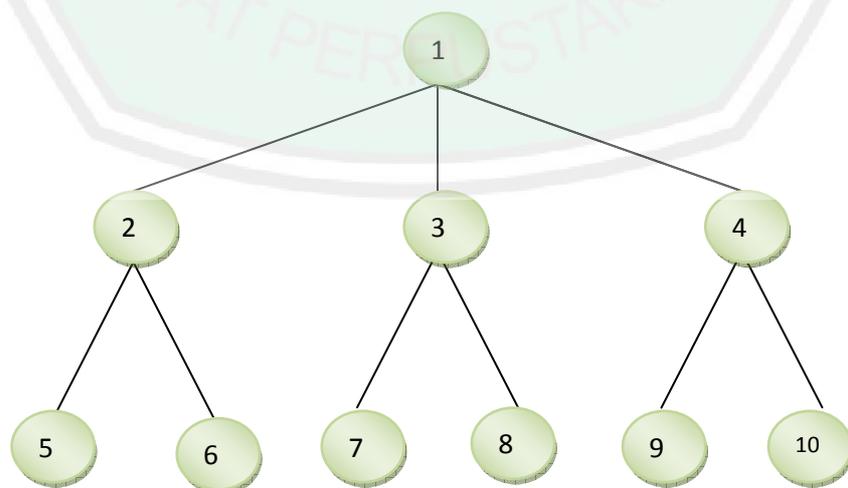
Nama *backtrack* didapatkan dari sifat algoritma ini yang memanfaatkan karakteristik himpunan solusinya yang sudah disusun menjadi suatu pohon solusi. Agar lebih jelas bisa dilihat pada pohon solusi berikut:



Gambar 2.3 Pohon Solusi

Misalkan pohon diatas menggambarkan solusi darisuatu permasalahan. Untuk mencapai solusi (5), makajalan yang ditempuh adalah (1,2,5), demikian jugadengan solusi-solusi yang lain. Algoritma *backtrack*akan memeriksa mulai dari solusi yang pertamayaitu solusi (5). Jika ternyata solusi (5) bukan solusiyang layak maka algoritma akanmelanjutkan untuk membuat algoritma dasar yang akanmenjelajahi semua kemungkinan solusi. Kemudianalgoritma ini diperbaiki sehingga cara pencariansolusinya dibuat lebih sistematis. Lebih tepatnya jikaalgoritma itu dibuat sehingga akan menelusurikemungkinan solusi pada suatu pohon solusi abstrak.

Algoritma ini memperbaiki teknik *brute-force*dengan cara menghentikan penelusuran cabang jika pada suatu saat sudah dipastikan tidak akanmengarah ke solusi. Dengan demikian jalan-jalanyang harus ditempuh yang ada dibawah *node* padapohon tersebut tidak akan ditelusuri lagi sehinggakompleksitas program akan berkurang. Kembalipada pohon solusi yang sebelumnya:



Gambar 2.4 Pohonon Solusi

Jika pada pengecekan status di *node* (2) sudah dapat dipastikan bahwa jalan ini tidak akan menghasilkan solusi yang layak maka penelusuran jalan langsung dibatalkan dan dalam kasus ini langsung menelusuri *node* (3). Pembatalan penelusuran pada *node* (2) secara otomatis akan menghilangkan pengecekan jalan (1,2,5) dan (1,2,6) yang merupakan faktor untuk mengurangi kompleksitas waktu yang diperlukan. Semakin cepat terdeteksi bahwa jalan yang ditempuh tidak akan mengarah ke suatu solusi yang layak maka program akan bekerja dengan lebih efisien.

Untuk kembali pada keadaan (*state*) sebelumnya dalam kondisi *backtrack* maka agar hasil perhitungan sampai dengan keadaan tersebut harus disimpan dalam memori. Penyimpanan ini paling mudah dilakukan pada bahasa pemrograman yang telah bisa menangani fungsi-fungsi atau prosedur-prosedur secara rekursif, sehingga manajemen memori akan dilakukan sepenuhnya oleh penghimpun (*compiler*). Pada bahasa pemrograman yang lain, algoritma *backtrack* masih dapat diimplementasikan meskipun manajemen memori harus dilakukan oleh *programmer*. Cara manajemen memori yang baik adalah menggunakan *pointer* atau *dynamic array* karena kedalaman pohon solusi yang harus ditelusuri biasanya bervariasi dan tidak dapat ditentukan.

Prinsip Pencarian Solusi Metode Runut-balik dengan langkah-langkah pencarian solusi adalah sebagai berikut:

1. Solusi dicari dengan membentuk lintasan dari akar ke daun. Aturan pembentukan yang dipakai adalah mengikuti metode pencarian mendalam (DFS). Simpul-simpul yang sudah dilahirkan dinamakan simpul hidup (*live node*). Simpul hidup yang sedang diperluas dinamakan simpul-E (*Expand node*). Simpul dinomori dari atas ke bawah sesuai dengan urutan kelahirannya (sesuai prinsip DFS).

2. Tiap kali simpul-E diperluas, lintasan yang dibangun olehnya bertambah panjang. Jika lintasan yang sedang dibentuk tidak mengarah ke solusi, maka simpul-E “dibunuh” sehingga menjadi simpul mati (dead node). Fungsi yang digunakan untuk membunuh simpul-E adalah dengan menerapkan fungsi pembatas (*bounding function*). Simpul yang sudah mati tidak akan pernah diperluas lagi.
3. Jika pembentukan lintasan berakhir dengan simpul mati, maka proses pencarian diteruskan dengan membangkitkan simpul anak yang lainnya. Bila tidak ada lagi simpul anak yang dapat dibangkitkan, maka pencarian solusi dilanjutkan dengan melakukan runut-balik ke simpul hidup terdekat (simpul orangtua). Selanjutnya simpul ini menjadi simpul-E yang baru. Lintasan baru dibangun kembali sampai lintasan tersebut membentuk solusi.
4. Pencarian dihentikan bila kita telah menemukan solusi atau tidak ada lagi simpul hidup untuk runut balik. (Muntaz, 2008)

## 2.6 Runut Balik Pada Benteng

Benteng (*Rook*) adalah salah satu pion pada permainan catur yang dapat bergerak secara horizontal atau vertikal. Sehingga jika terdapat benteng yang terletak pada kolom atau baris yang sama, maka benteng yang bergerak pada giliran selanjutnya akan mengalahkan benteng yang lain. Konsep dari *rook polynomial* ini mirip dengan konsep gerakan benteng pada permainan catur tersebut. Setiap benteng yang terdapat pada papan catur berukuran  $n \times n$  hingga diletakkan sedemikian rupa sehingga tidak terdapat benteng yang terletak pada kolom atau baris yang sama. (<http://www.langkahbenteng.com/benteng-backtracking>. Diakses 20 Mei 2011)

Pada kajian teori ini akan dijelaskan bagaimana mencari koefisien  $x^k$  dari *rook polynomial* yang berarti banyaknya cara menempatkan  $k$

buah benteng pada sebuah papan catur berukuran hingga  $n \times n$  sehingga untuk  $b$  suatu benteng dari himpunan  $k$  buah benteng tidak terletak pada minimal 1 dari  $k-1$  benteng lainnya pada baris maupun kolom yang sama. Algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah algoritma runut balik (*backtracking*) dengan mencari solusi dari ruang solusi dan menyimpan semua solusi pada himpunan solusi kemudian menghitung banyak anggota dari himpunan solusi tersebut. Perbedaan algoritma ini dengan algoritma *Exhaustive Search* adalah pada algoritma *Backtracking* tidak perlu mengecek semua kemungkinan pada ruang solusi, namun hanya mengecek kemungkinan solusi yang paling mendekati solusi. (<http://www.langkahbenteng.com/benteng-backtracking>. Diakses 20 Mei 2011)

## 2.7 Iman sebagai Benteng dalam Kehidupan Manusia di Dunia

Bukan hanya sebuah permainan catur di mana mempunyai sebuah pertahanan yang di namakan dengan benteng. Fungsi benteng sendiri adalah untuk memperkuat pertahanan dari musuh. Demikian pula manusia di dunia ini, dimana manusia juga harus mempunyai benteng dari gangguan-gangguan di dunia agar kelak mendapat kebahagiaan yang kekal di akhirat nanti. Dalam permainan catur ada sebuah taktik agar benteng mampu bertahan agar tidak di makan / di mangsa oleh pihak lawan yaitu dengan *backtracking*. Manusia juga harus mempunyai taktik untuk bisa bertahan dari segala ancaman dan godaan setan yang siap menjerumuskan kita ke dalam kesesatan, yaitu dengan berpegang teguh kepada tali agama Allah yang berdasar pada Al Qur'an dan Al Hadits. Tali agama ini sangat kokoh sebagai benteng untuk mengarungi hidup di dunia ini. Untuk lebih jelasnya, mari kita lihat firman Allah Swt. dalam surat Ali Imran ayat 103

بِكُمْ بَيْنَ فَأَلْفَ أَعْدَاءٍ كُنْتُمْ إِذْ عَلَّيْكُمْ اللَّهُ نِعْمَتًا وَاذْكُرُوا تَفَرَّقُوا وَلَا جَمِيعًا اللَّهُ بِحَبْلٍ وَأَعْتَصِمُوا  
لَكُمْ اللَّهُ يُبَيِّنُ كَذَلِكَ مِّنْهَا فَأَنْقَذَكُمْ مِنَ النَّارِ مِمَّنْ حُفِرَ شَفَاعَتِي وَكُنْتُمْ إِخْوَانًا بِنِعْمَتِي فَأَصْبَحْتُمْ قُلُوبًا  
تَهْتَدُونَ لَعَلَّكُمْ آيَاتِهِ

*“dan berpeganglah kamu semuanya kepada tali (agama) Allah, dan janganlah kamu bercerai berai, dan ingatlah akan nikmat Allah kepadamu ketika kamu dahulu (masa Jahiliyah) bermusuh-musuhan, Maka Allah mempersatukan hatimu, lalu menjadilah kamu karena nikmat Allah, orang-orang yang bersaudara; dan kamu telah berada di tepi jurang neraka, lalu Allah menyelamatkan kamu dari padanya”*

Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepadamu, agar kamu mendapat petunjuk.

Yang dimaksud dengan berpegang teguh kepada tali (agama) Allah dalam ayat di atas menyiratkan dua hal sekaligus. Pertama, keharusan untuk senantiasa berpegang pada ajaran dan panduan yang diberikan oleh Allah, berupa Al Qur'an dan hadis Nabi. Kedua, selalu mengingatkan bahwa dalam hal apapun harus selalu ada keterkaitan dan koneksinya dengan Allah. Sebab hal itu merupakan wujud dari rasa rendah hati dan tawadhu' yang memadai, yang dibutuhkan oleh setiap individu.

Dalam bahasa lain, senantiasa ada keterkaitan antara pihak yang bawah dengan yang atas, antara yang profan dengan yang sakral, sehingga terciptalah sebuah transmisi dan pola transendensi yang kuat, yang selalu akan mengiringi dan memayungi yang ada di bawahnya. Dengan begitu, tidak ada yang namanya sekularisasi dalam makna yang hakiki. Sebab kenyataannya tidak ada

sesuatu apapun yang betul-betul terpisah dari yang lainnya.

Selain kita harus senantiasa berpegang teguh kepada Al Qur'an dan al Hadits kita sebagai makhluk Allah harus memperkuat iman dan taqwa kita. Di mana pentingnya sebuah iman di jelaskan dalam surat Al Baqarah:13

يَكُنُ السُّفَهَاءُ مِنْهُمْ وَإِنَّهُمْ لَا يَعْلَمُونَ ۝۱۳

*“apabila dikatakan kepada mereka: "Berimanlah kamu sebagaimana orang-orang lain telah beriman." mereka menjawab: "Akan berimankah Kami sebagaimana orang-orang yang bodoh itu telah beriman?" Ingatlah, Sesungguhnya merekalah orang-orang yang bodoh; tetapi mereka tidak tahu”*

Dalam surat ini di jelaskan bahwa orang-orang yang tidak mempunyai iman adalah orang yang bodoh. Dan Allah akan senantiasa menyesatkan mereka, sama halnya orang yang tidak beriman dia tidak mempunyai pegangan hidup dan benteng yang bisa membentengi jalannya dalam meraih kesuksesan hidup di dunia dan akhirat nanti. Sedangkan ayat yang menjelaskan tentang arti penting ketaqwaan di jelaskan dalam surat Al- Hujarat :13

لَلَّهِ عِنْدَ أَكْرَمِكُمْ إِنَّ لِّتَعَارَفُوا قَبَائِلَ شُعُوبًا وَجَعَلْنَاكُمْ وَأَنْتَى ذَكَرٍ مِّنْ خَلْقِنَا إِنَّا النَّاسُ يَتَأَيُّهَا

خَبِيرٌ عَلِيمٌ ۝۱۳

*“Hai manusia, Sesungguhnya Kami menciptakan kamu dari seorang laki-laki dan seorang perempuan dan menjadikan kamu berbangsa - bangsa dan bersuku-suku supaya kamu saling kenal-mengenal. Sesungguhnya orang yang*

*paling mulia diantara kamu disisi Allah ialah orang yang paling taqwa diantara kamu.Sesungguhnya Allah Maha mengetahui lagi Maha Mengenal”.*

Makna yang tersurat jelas dari ayat di atas adalah faktor yang terpenting untuk menentukan jenjang tingkat kemuliaan seorang individu di hadapan Allah, sang Pencipta, adalah kadar dan ukuran kebertakwaannya. Semakin tinggi seorang individu mempunyai tingkat ketakwaan, maka kemuliaan dan kedekatannya (*al-qurb*) dengan Allah pun akan semakin luhur. Namun sebaliknya, jika seorang individu mempunyai kadar ketakwaan yang rendah, bahkan seandainya ia nihil dari derajat ketakwaan ilahi, maka dipastikan ia akan semakin jauh dari Allah, dan kemuliaan diri di hadapan Allah pun tidak akan bisa ia harapkan. Walaupun umpamanya, menurut pandangan manusia di dunia, ia merupakan pribadi yang mempunyai pangkat dan jabatan yang tinggi.Faktor inilah yang menjadi pembeda antara satu individu dengan pribadi yang lainnya, sekaligus juga menjadi “bekal wajib” yang harus dipersiapkan oleh semua manusia dalam rangka mengarungi samudera kehidupan yang sangat mempedaya.

Hal ini sebagaimana yang dinyatakan oleh Allah Swt. dalam surat Al-Baqarah ayat 197, “Bersiap-siaplah kalian dengan menyediakan bekal, dan sebaik-baiknya bekal adalah ketakwaan [*tazawwadu fa inna khayr az-zaad at-taqwa*].”Lebih detailnya, ketakwaan yang dimaksud adalah yang merupakan buah dari kepercayaan yang tinggi dan kepatuhan yang mendalam, yang terwujud dalam aktifitas, “melaksanakan segala perintah Allah dan menjauhi segala larangan-Nya [*imtitsal awamir Allah wa ijtinab nawahihi*].Inilah model ketakwaan yang diharapkan agama.Ketakwaan yang bisa menggabungkan kesolehan pribadi dengan kesalehan sosial.Ketakwaan yang menghimpun antara media duniawi dengan tujuan ukhrawi.Ketakwaan yang

mencerminkan keluhuran nilai spiritualitas dengan kesehatan jasmani. Itulah ketakwaan yang paripurna. Dan orang-orang yang semacam inilah yang akan mendapatkan keridhaan dan kecintaan dari Allah Swt, sebagaimana yang termuat dalam Alquran surat al-Baqarah ayat 194; surat at-taubah ayat 4,7,36 dan 123. (Bukhori, 2010)



## BAB IV PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada Bab III, maka dapat diambil kesimpulan deskripsi langkah benteng dengan menggunakan algoritma runut balik dalam papan catur  $n \times n$  adalah sebanyak  $(n-0)(n-1)(n-2)..(n-(n-1))$ .

$$p(n) = (n-0)(n-1)(n-2)..(n-(n-1)).$$

karenak  $(k - 1)(k - 2)..... 2.1$ , berlaku untuk  $n = k$ . Sehingga jika papan catur bertambah 1 baris dan 1 kolom maka kemungkinan langkah benteng bertambah  $k + 1$  sehingga menjadi persamaan

$$(k + 1)k(k - 1)(k - 2).....2.1$$

Dengan demikian  $p(n)$  berlaku untuk  $n \geq 3$

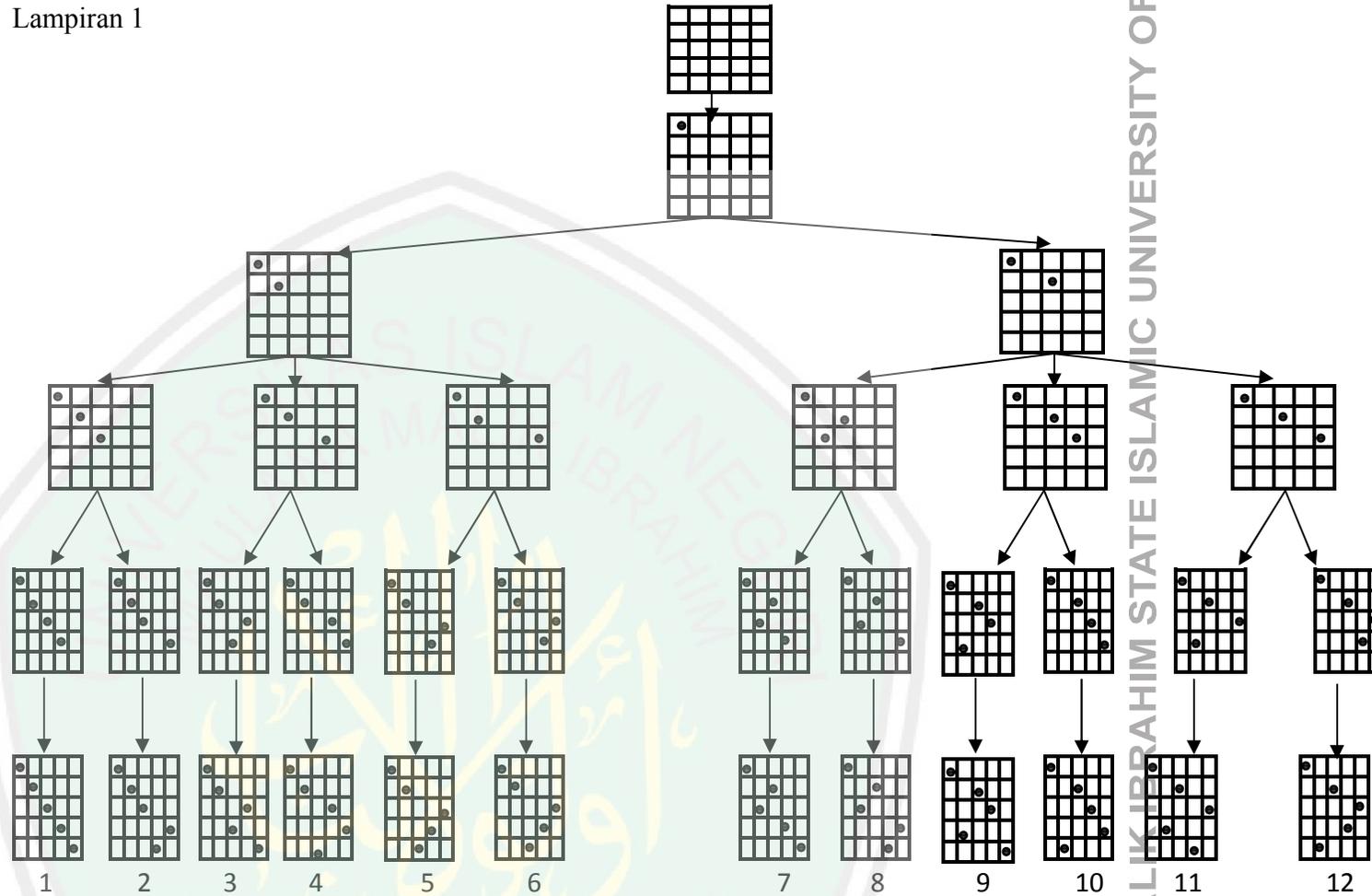
### 4.2 Saran

Dalam penulisan ini penulis hanya fokus pada pembahasan banyaknya langkah benteng pada papan catur  $n \times n$  baik genap maupun ganjil dengan menggunakan algoritma runut balik atau backtracking. Maka dari itu, untuk penulisan skripsi selanjutnya penulis menyarankan kepada pembaca untuk mengkaji masalah banyaknya langkah buah- buah catur yang lain yang ada dalam permainan catur dengan menggunakan ilmu matematika yang lain selain algoritma runut balik ( *backtracking*) sehingga mendapat solusi yang lebih ringkas dan mudah.

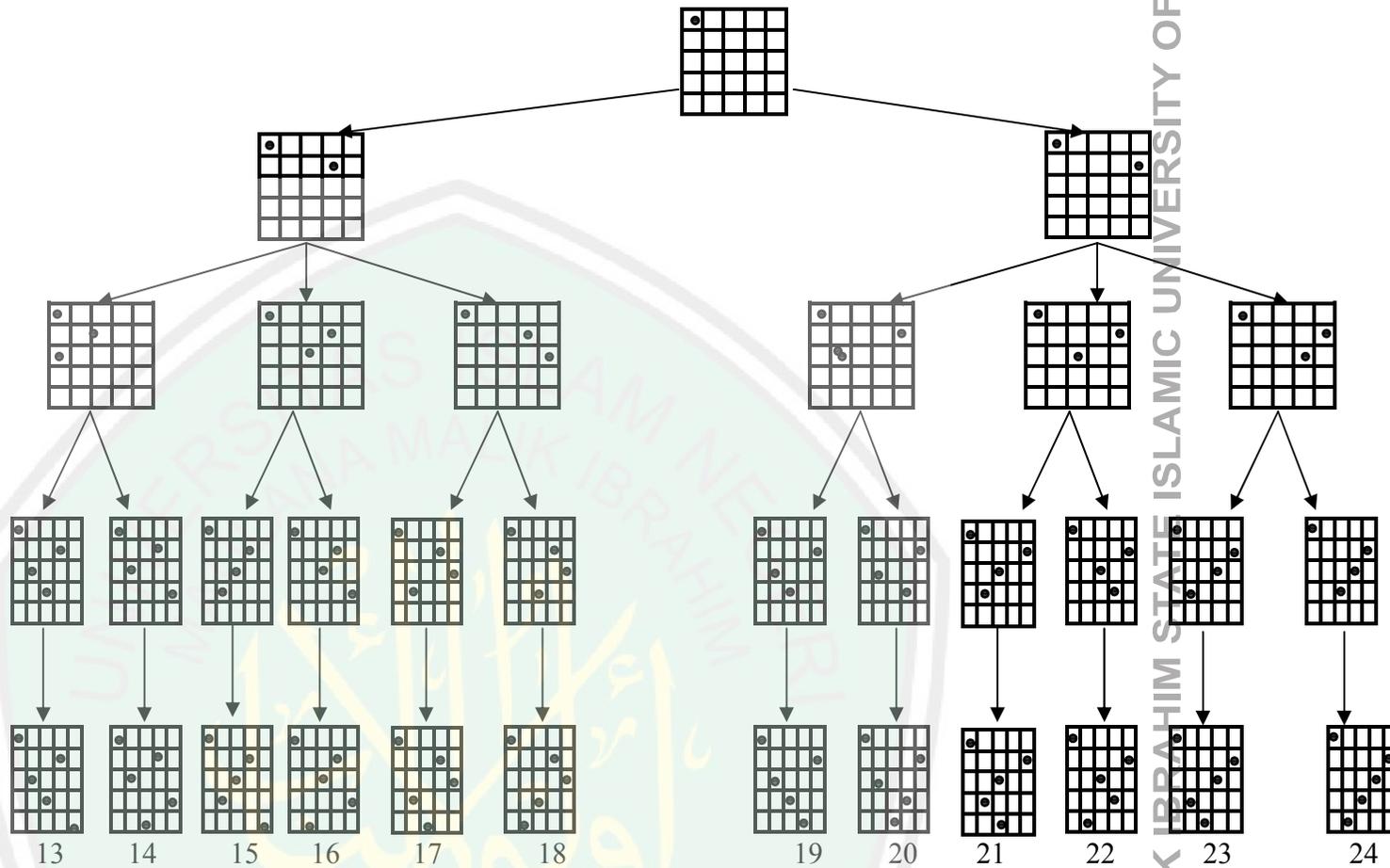
## DAFTAR PUSTAKA

- Abdusakir. 2007. *Ketika Kiai Mengajar Matematika*. Malang: UIN Malang Press
- Bukhori. 2010. *Linier yang vertikal*. Serpong: Insan Cendikia
- Ghofur.Abdul. 2008. *Pewarnaan Titik pada Graf yang Berkaitan dengan Sikel*.  
UIN Malang: Skripsi, tidak diterbitkan  
<http://www.transformasi geometri.com/Rotasi,Refleksi>. Diakses 18 Januari 2011
- <http://www.informatika.org/~rinaldi/algorithm%20 benteng Backtracking .ppt>. Diakses  
25 Januari 2011
- <http://pionjatim.com/langkah benteng dalam permainan catur>. Diakses: 25 Januari 2011
- Husein,tampomas. 2007: *Pengantar Refleksi*. Yogyakarta: Fakultas MIPA Universitas  
Negeri Yogyakarta
- Mumtaz, Fahmi. 2008. *algoritma runut-balik (backtracking algorithm) pada masalah  
knight's tour*. Bandung: Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung
- Rahman, Afzalur. 1992. *Al Qur'an Sumber Ilmu Pengetahuan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Rinaldi Munir.2005. *Matematika Diskrit Diktat edisi tiga*. Bandung: Informatika
- Rozak, Abdul dan Rosihon Anwar. 2007. *Ilmu Kalam*. Bandung: Pustaka Setia
- Sabiq, Sayid. 1996. *Akidah Islam*. Surabaya: Al Ikhlas.
- Sartono, 2006. *Pengantar Rotasi*.Yogyakarta: Fakultas MIPA Universitas Negeri  
Yogyakarta
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah Pesan, Kesan & Keserasian Al-Qur'an*.  
Vol. 7. Ciputat: Lentera Hati.
- Zaidan, Abdul Karim. 2004. *Sunnatullah dalam Berbagai Aspek Kehidupan*.  
Jakarta: Pustaka Azzam.

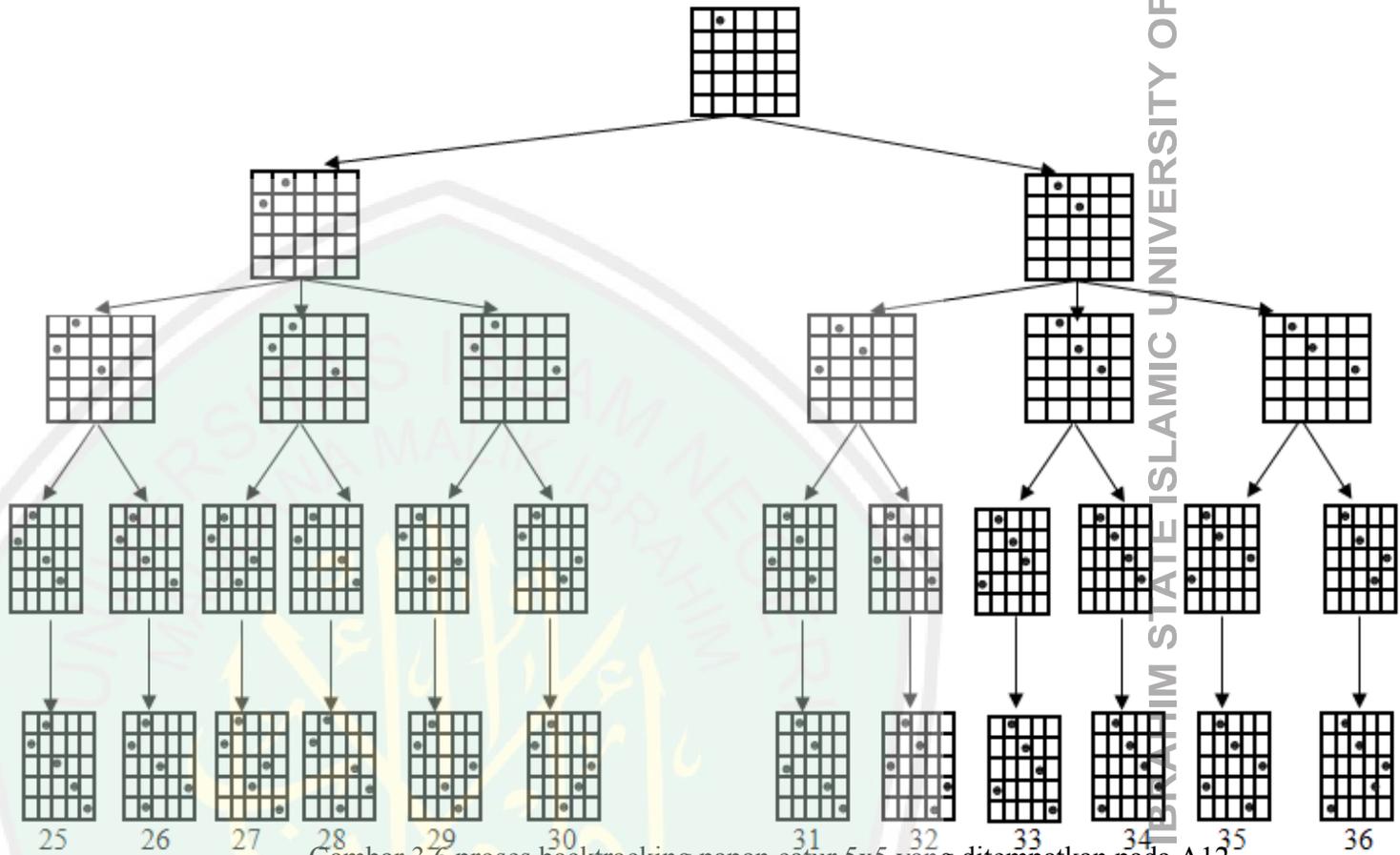
Lampiran 1



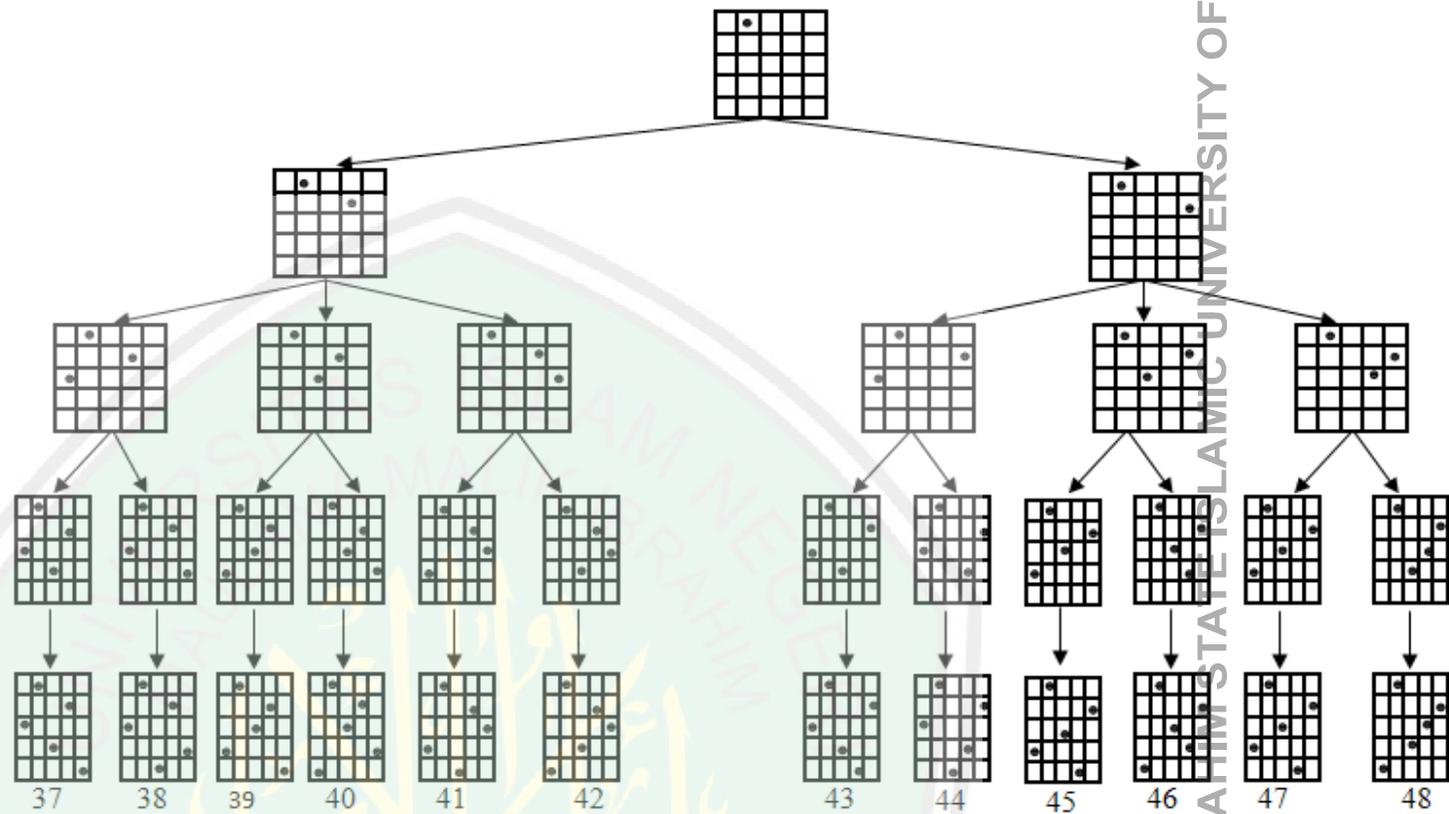
Gambar proses backtracking papan catur 5x5 yang ditempatkan pada AI



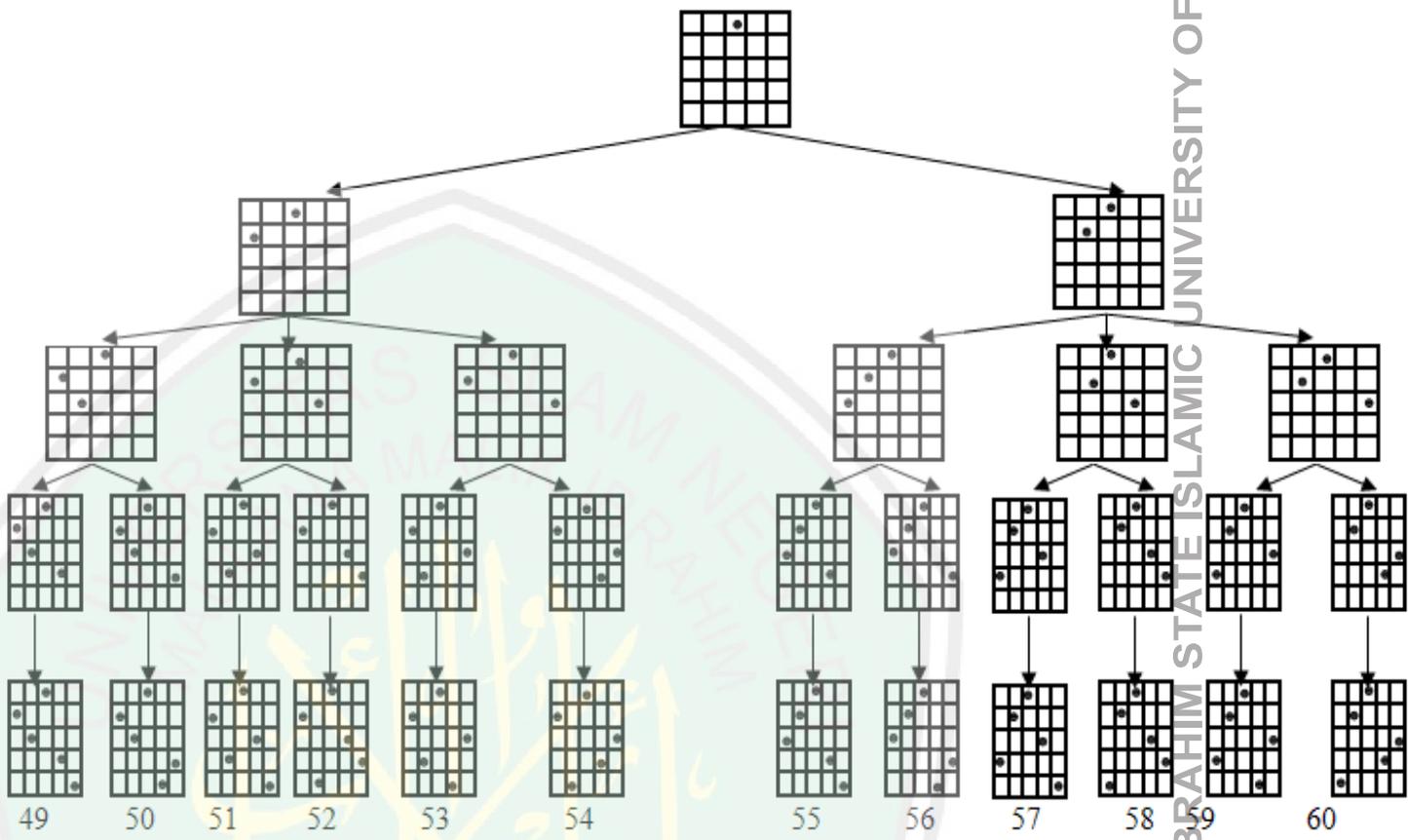
Gambar proses backtracking papan catur 5x5 yang ditempatkan pada A11



Gambar 3.6 proses backtracking papan catur 5x5 yang ditempatkan pada A12

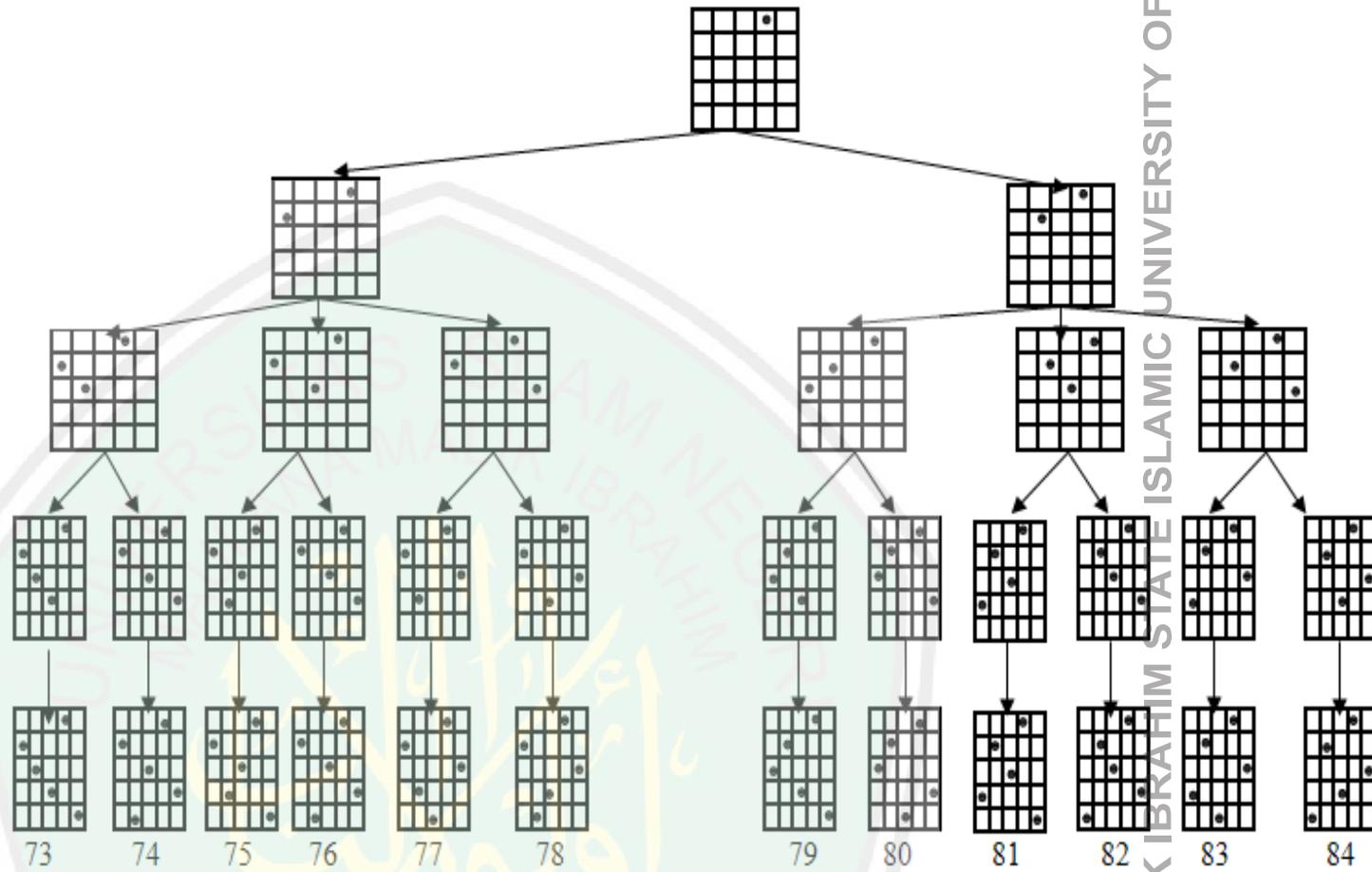


Gambar 3.7 proses backtracking papan catur 5x5 yang ditempatkan pada A12

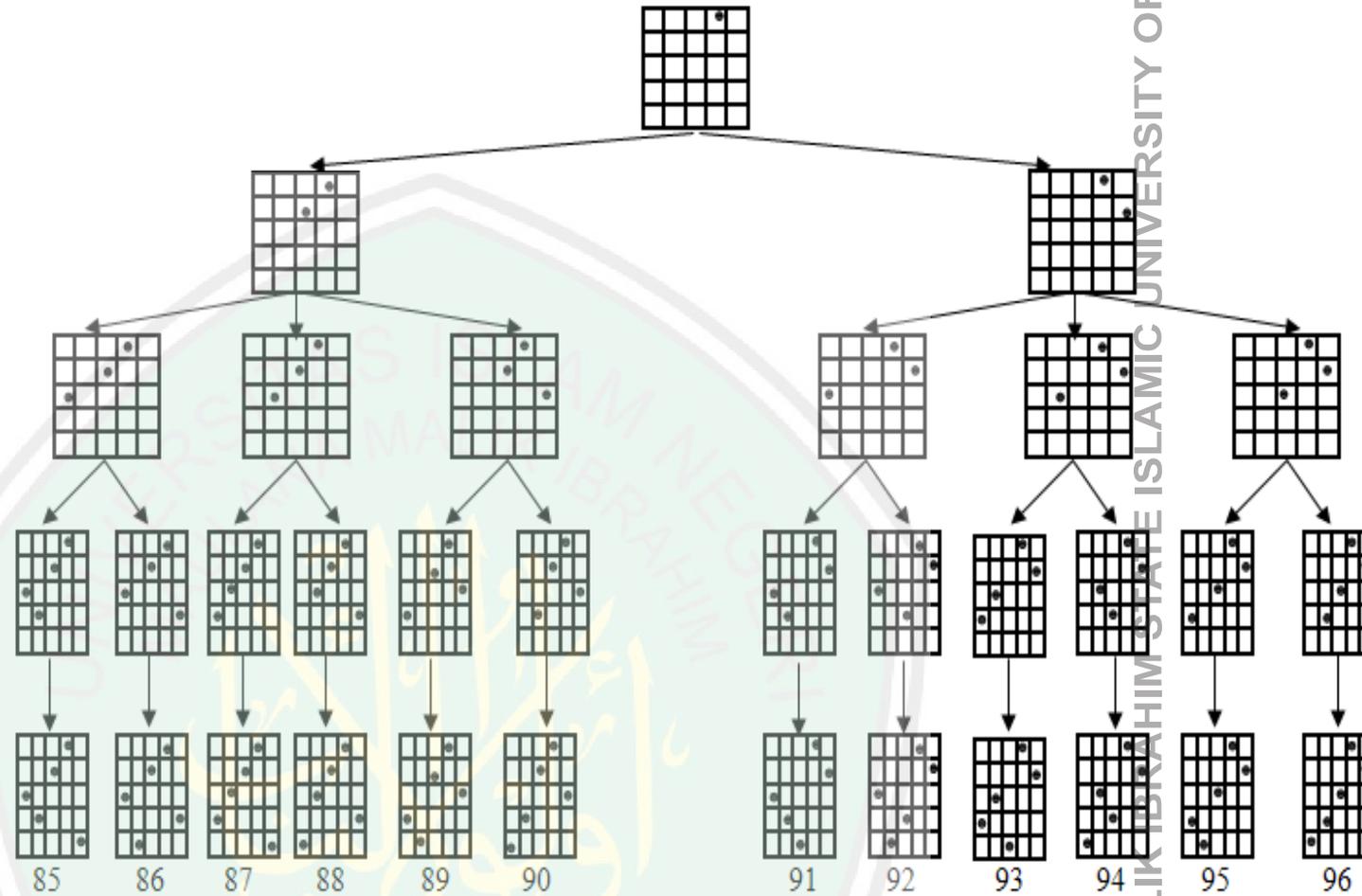


Gambar 3.8 proses backtracking papan catur 5x5 yang ditempatkan pada A13

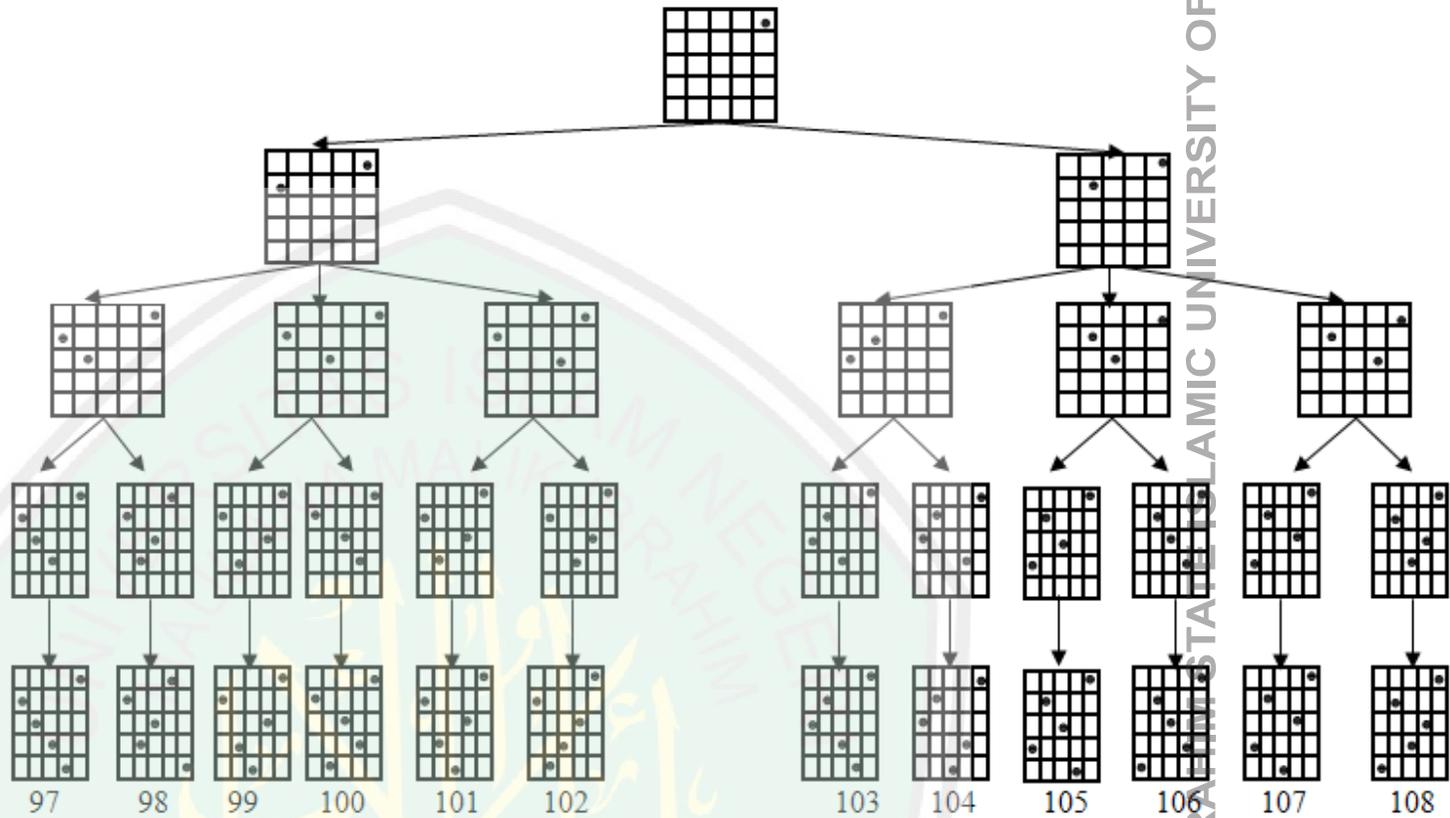




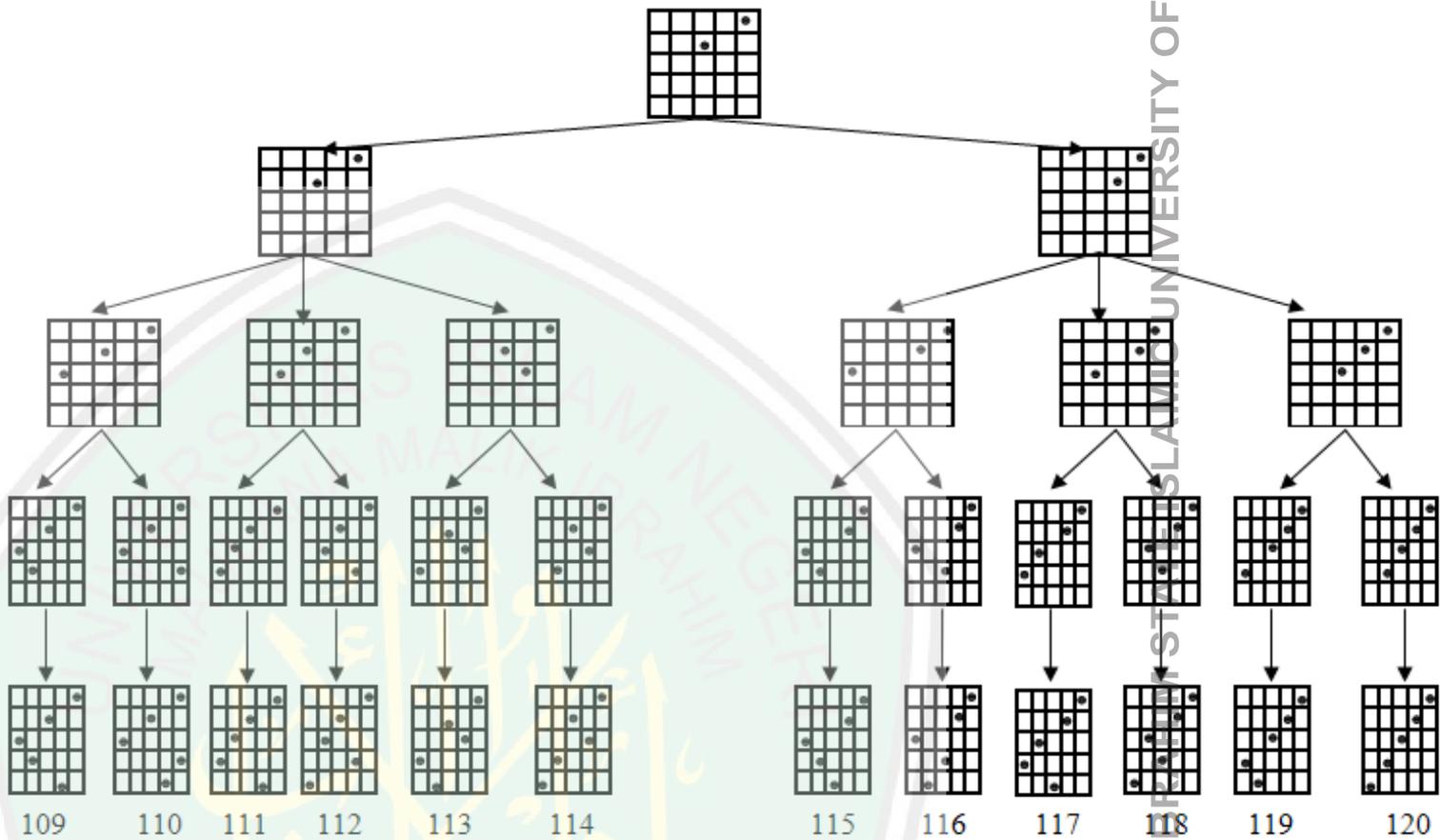
Gambar 3.10 proses backtracking papan catur 5x5 yang ditempatkan pada A14



Gambar 3.11 proses backtracking papan catur 5x5 yang ditempatkan pada A14



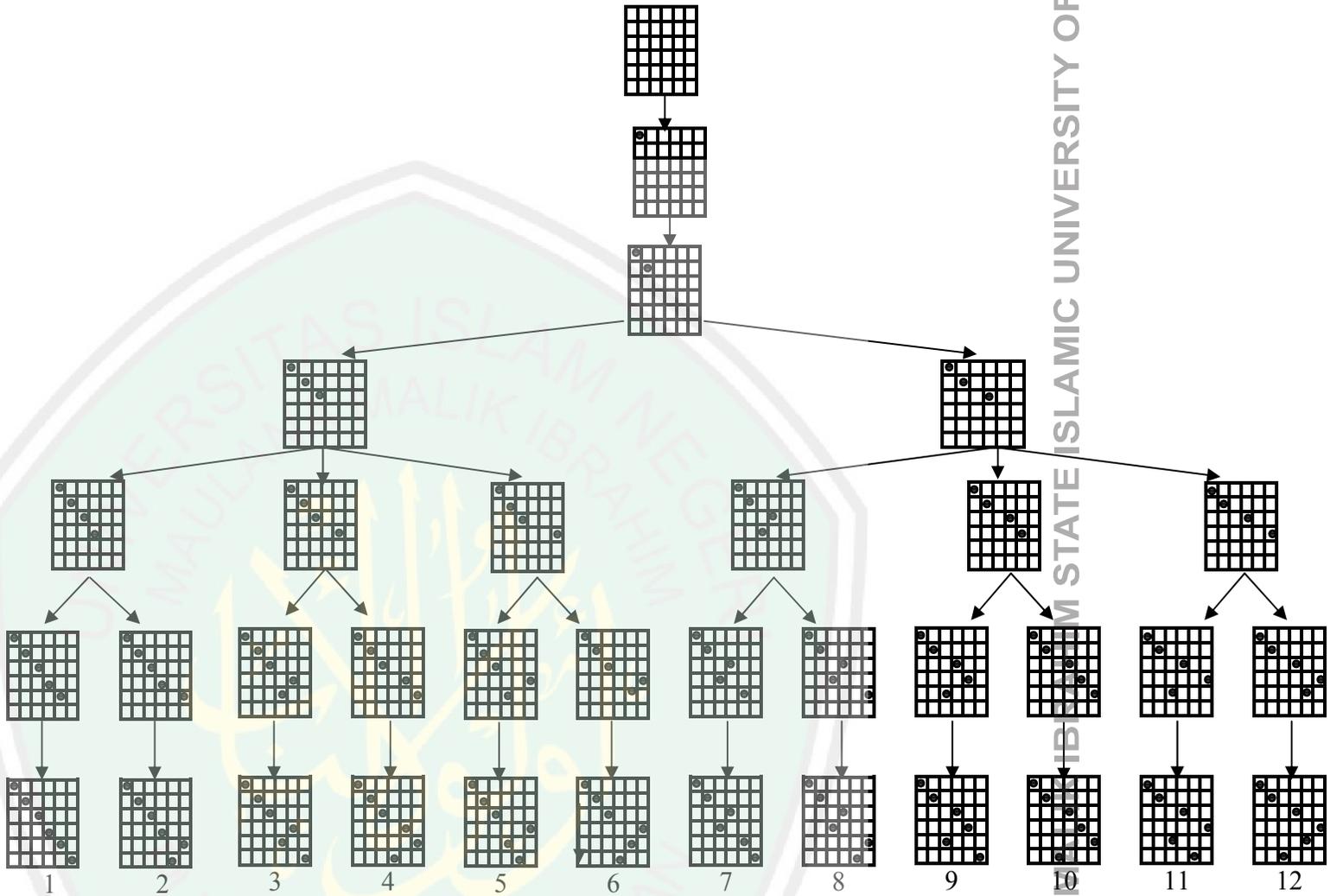
Gambar 3.12 proses backtracking papan catur 5x5 yang ditempatkan pada A16



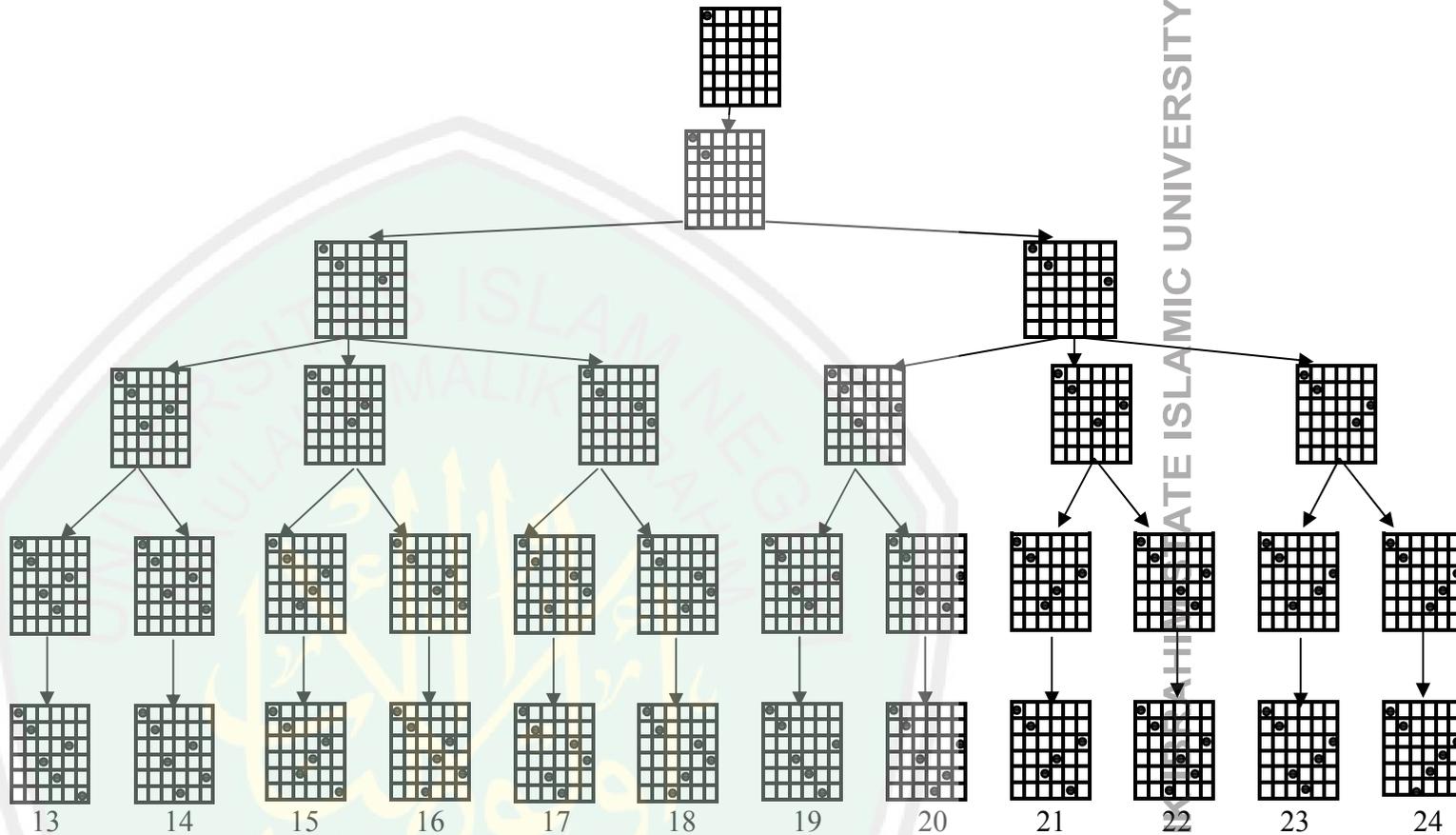
Gambar 3.13 proses backtracking papan catur 5x5 yang ditempatkan pada A16



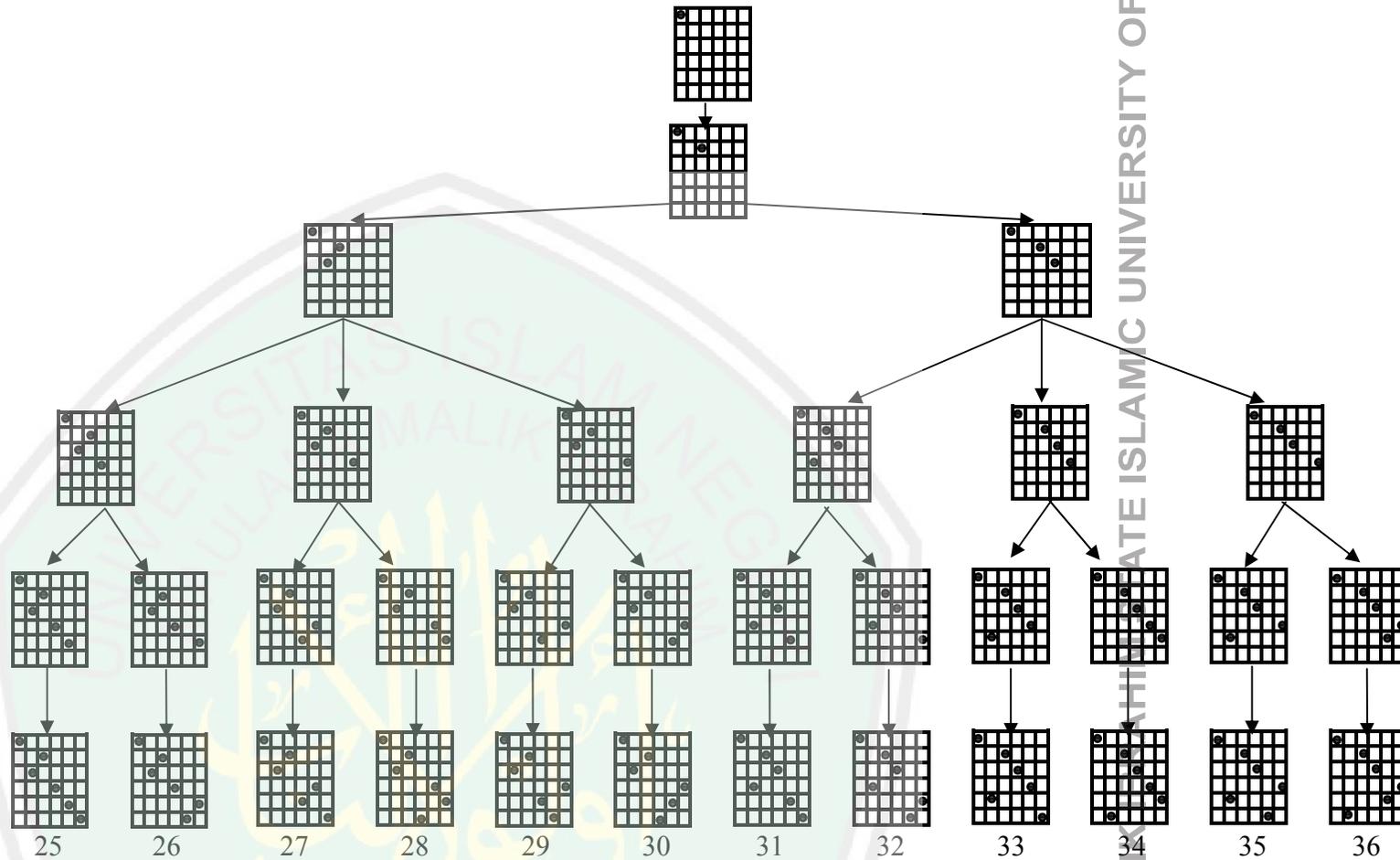
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



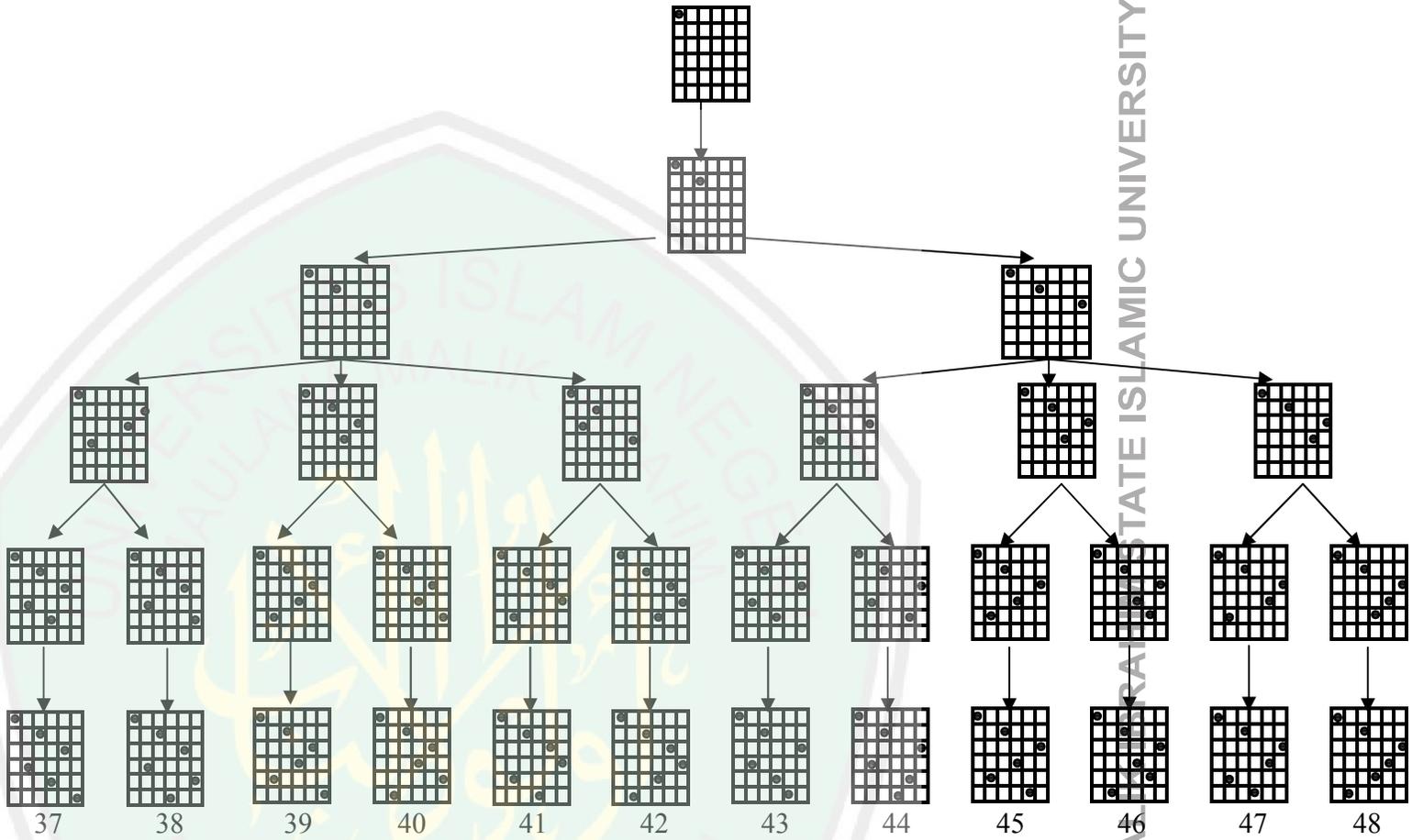
Gambar 3.14 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A11



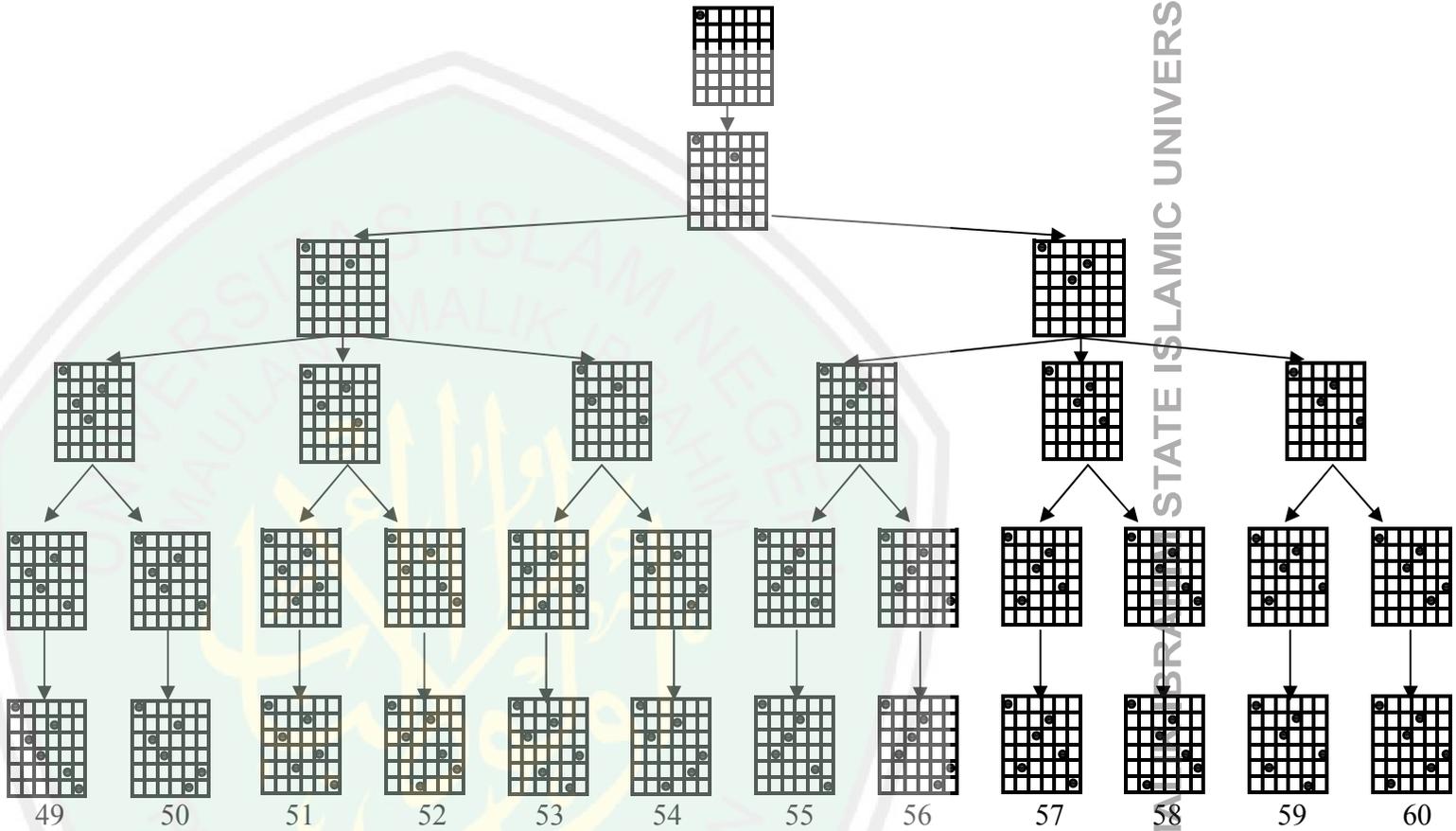
Gambar 3.15 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A11



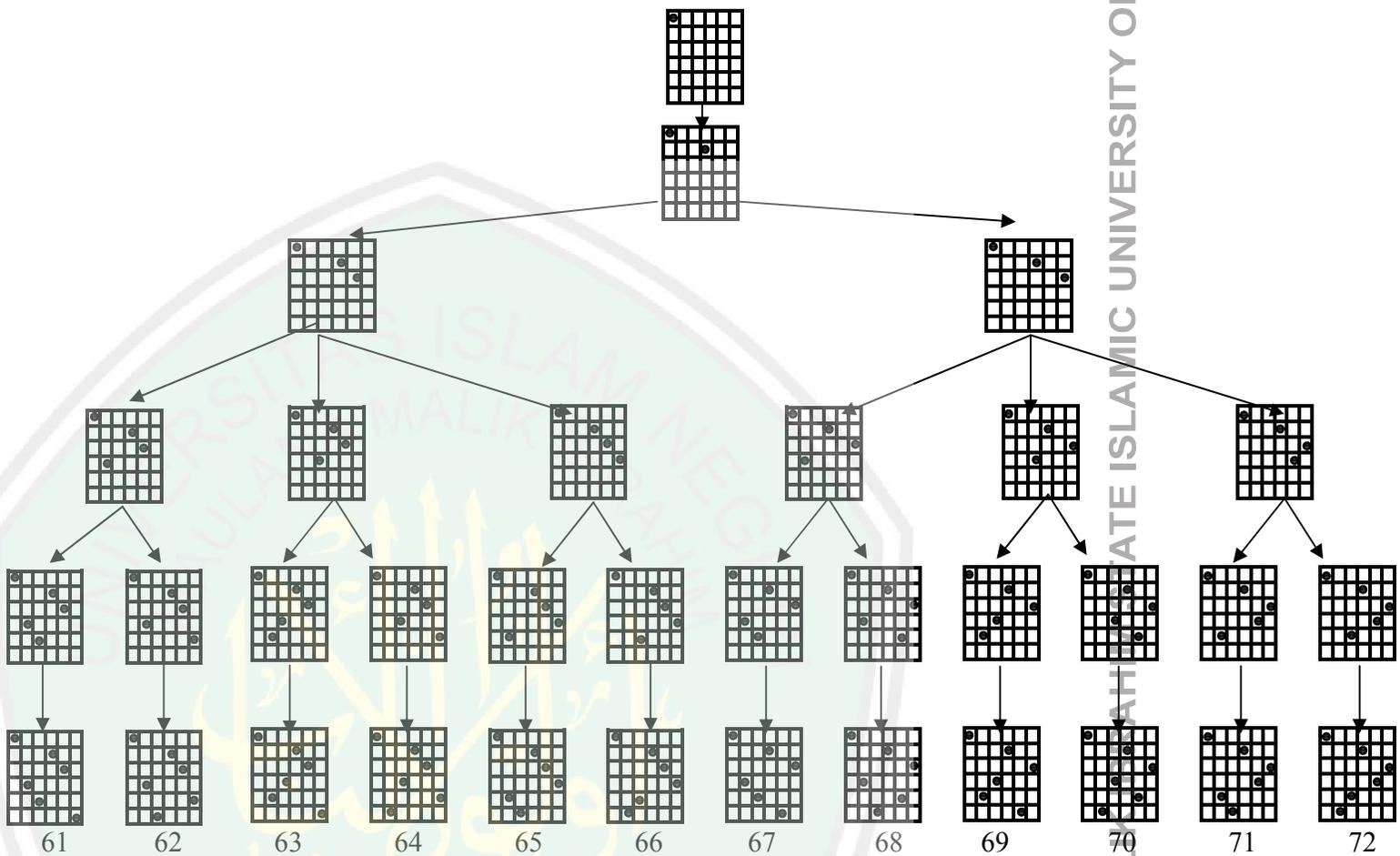
Gambar 3.16 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A11



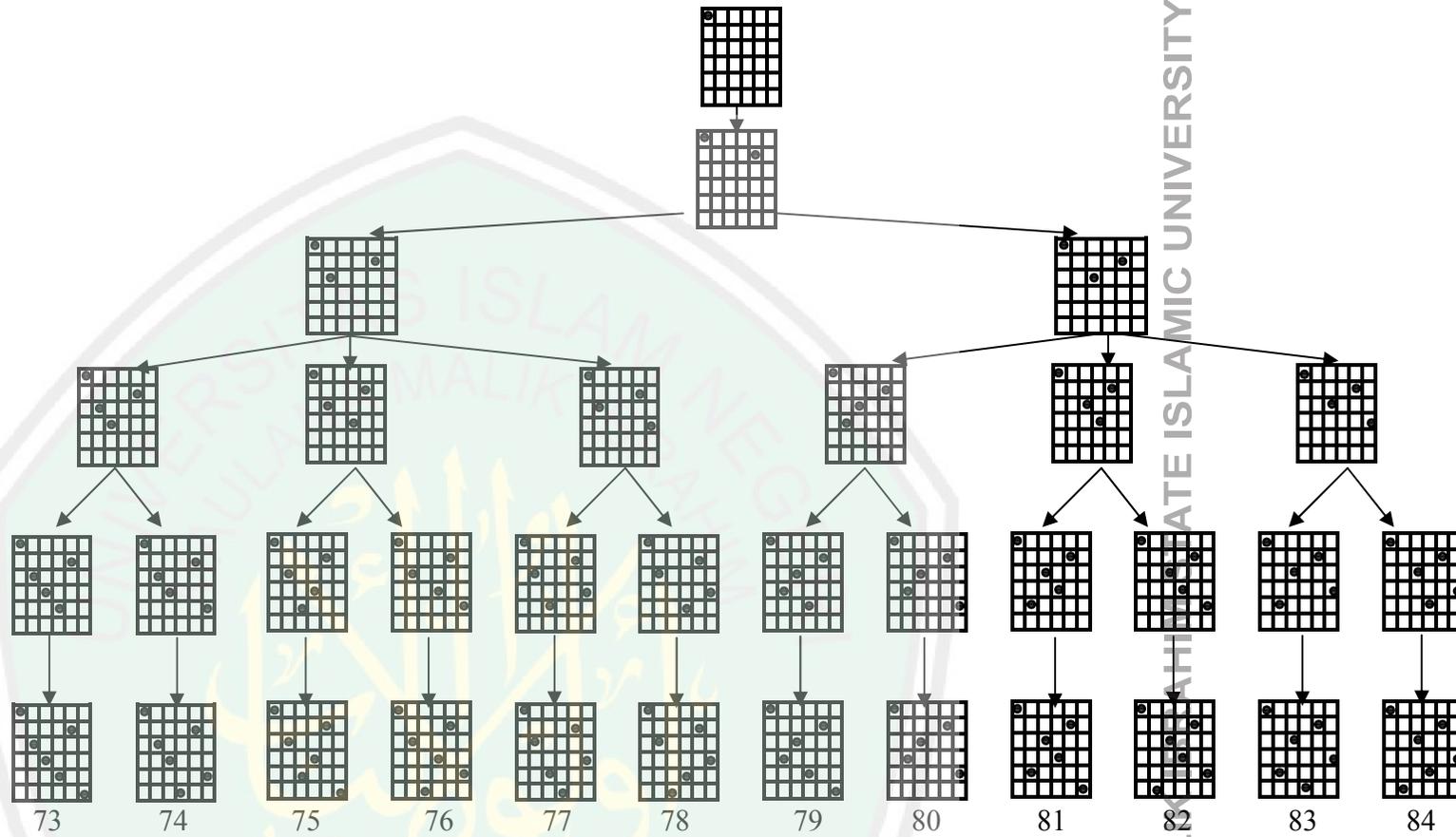
Gambar 3.17 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A[1]



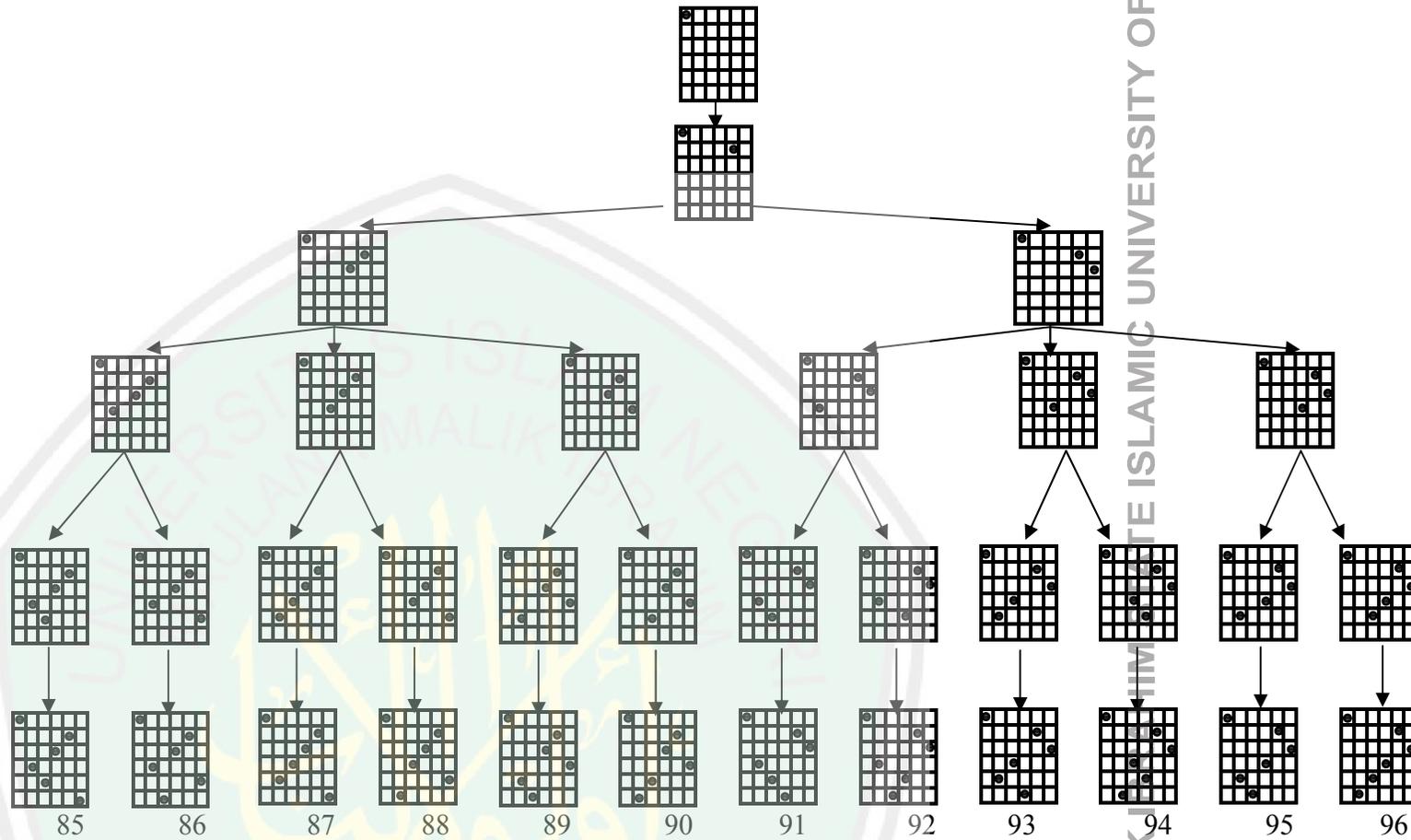
Gambar 3.18 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A11



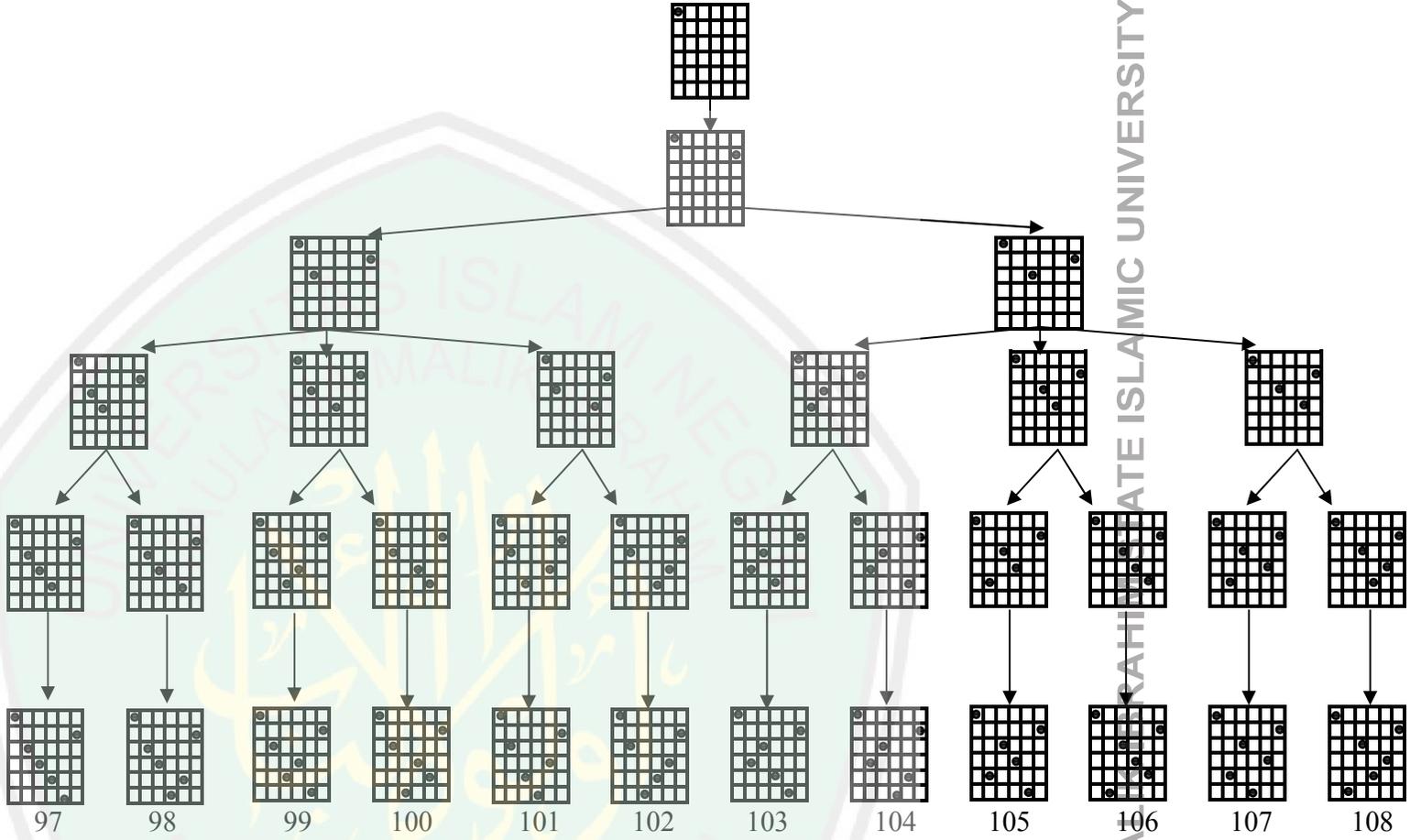
Gambar 3.19 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A11



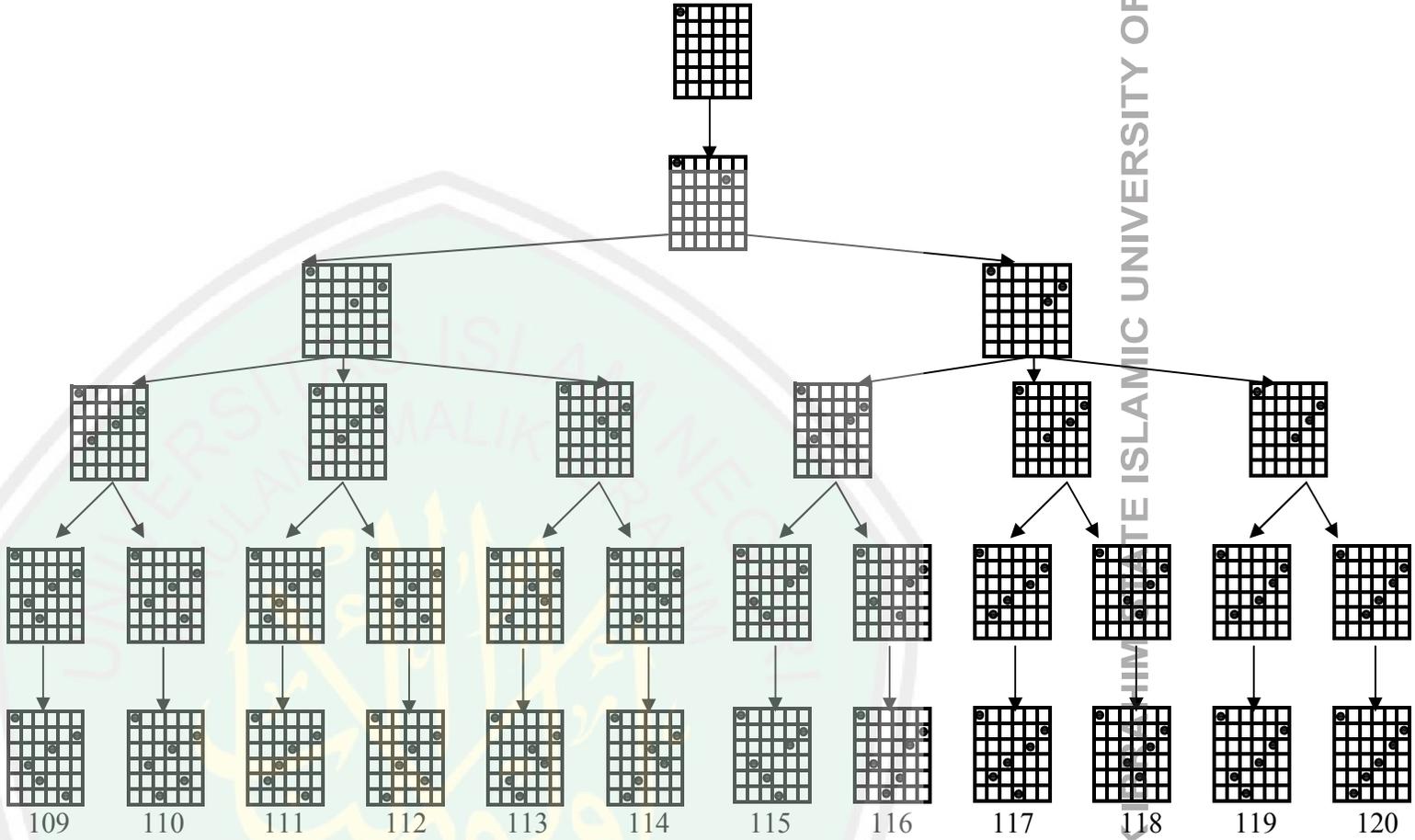
Gambar 3.20 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A11



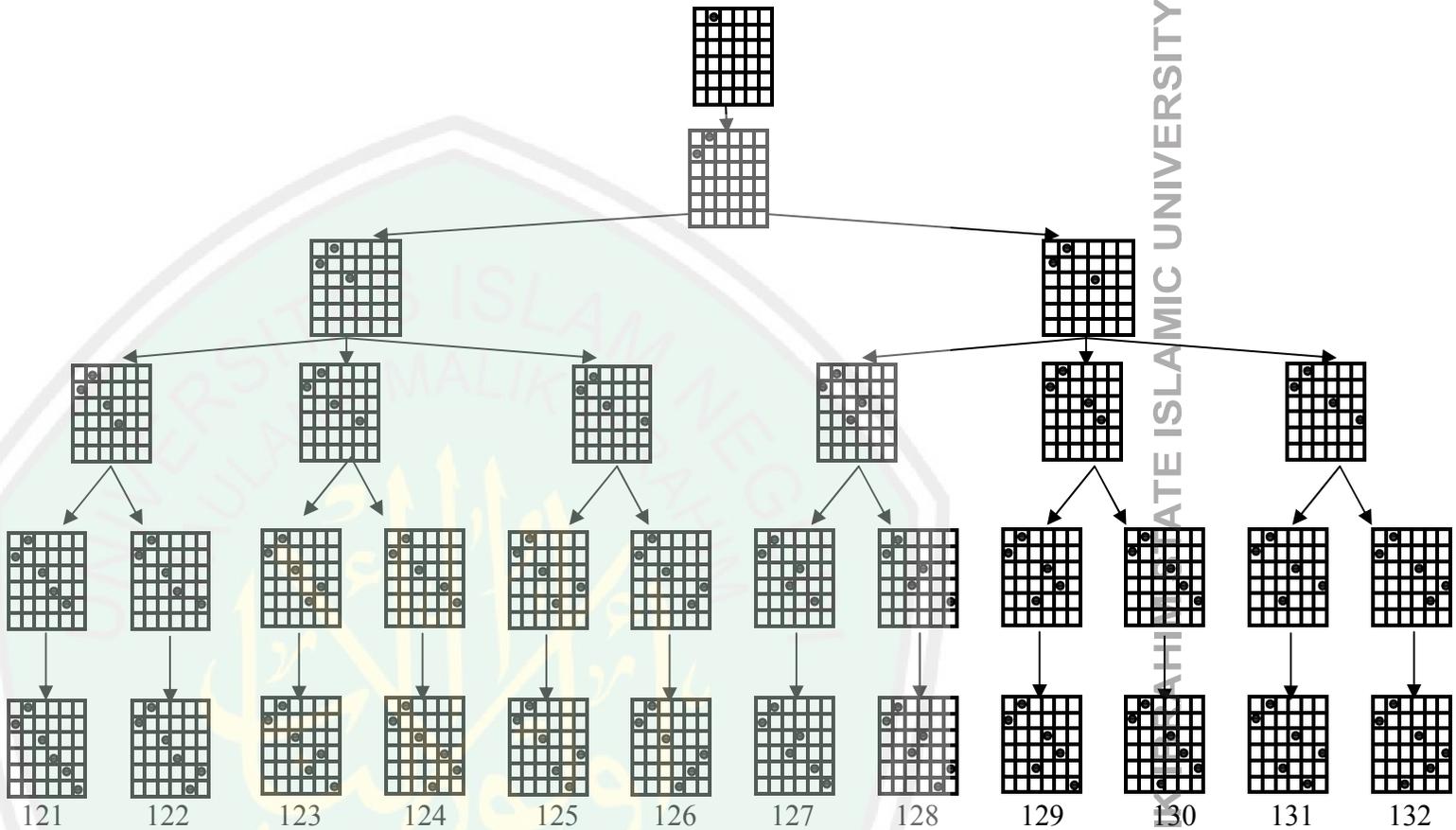
Gambar 3.21 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A[1]



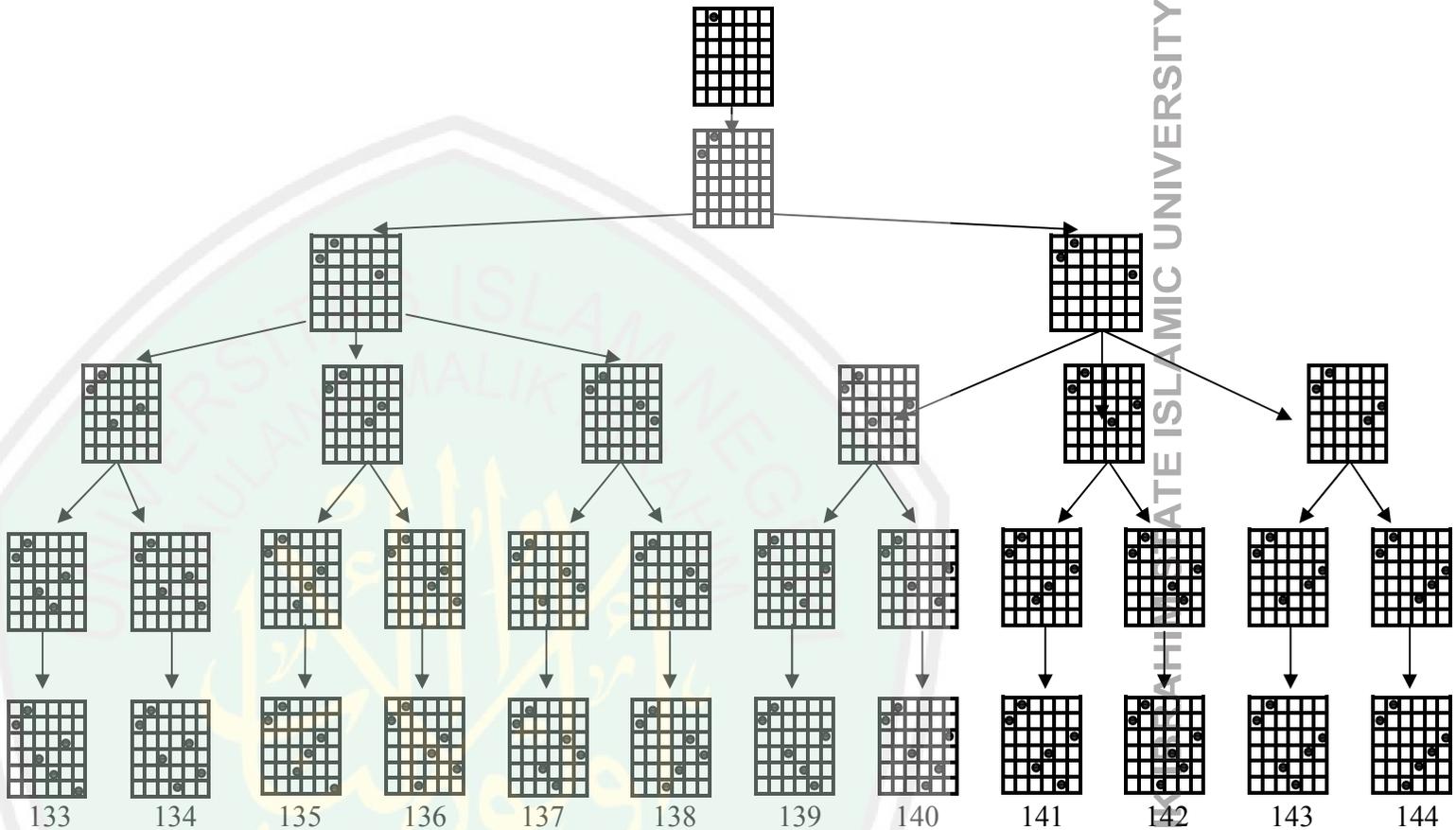
Gambar 3.22 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A11



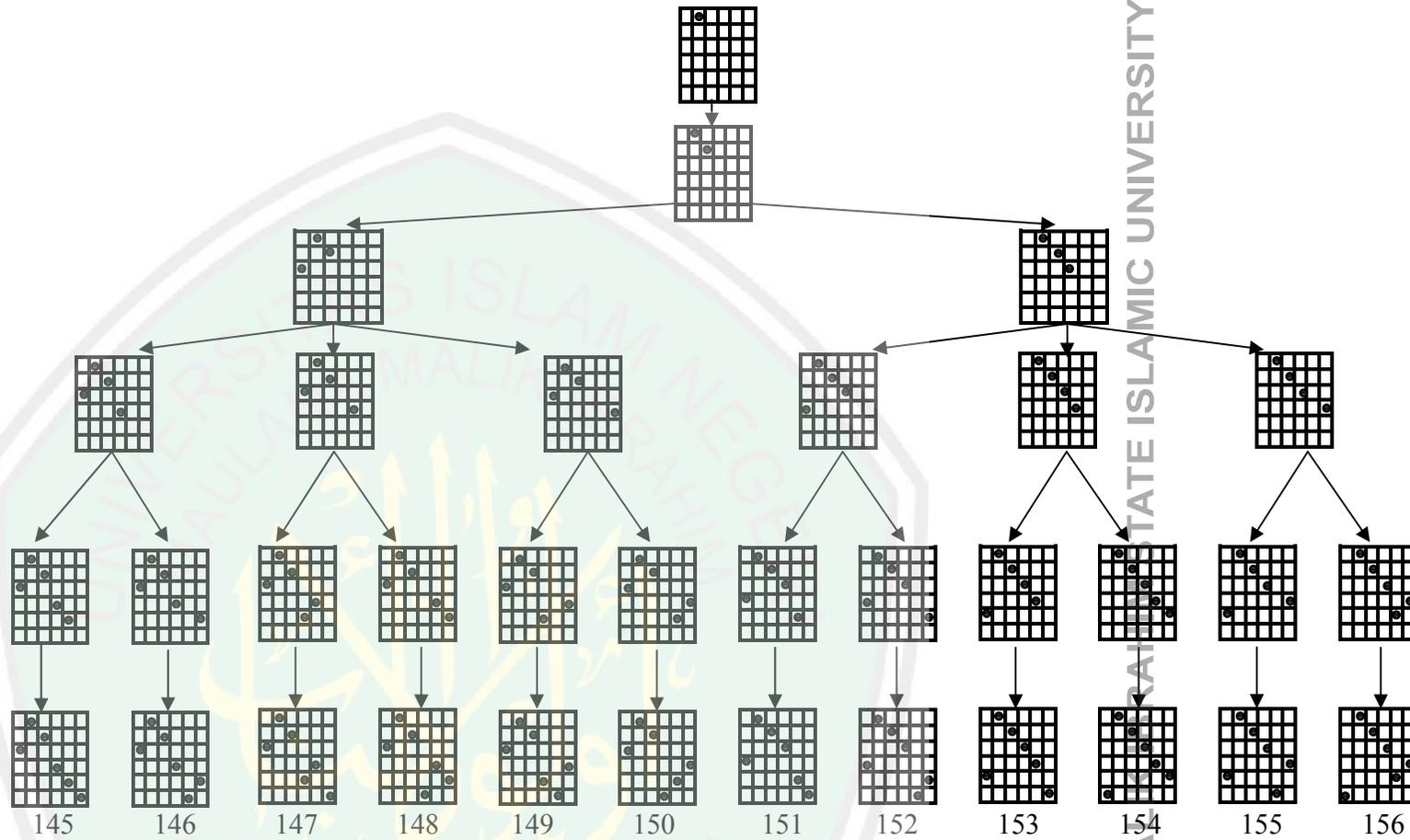
Gambar 3.23 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A11



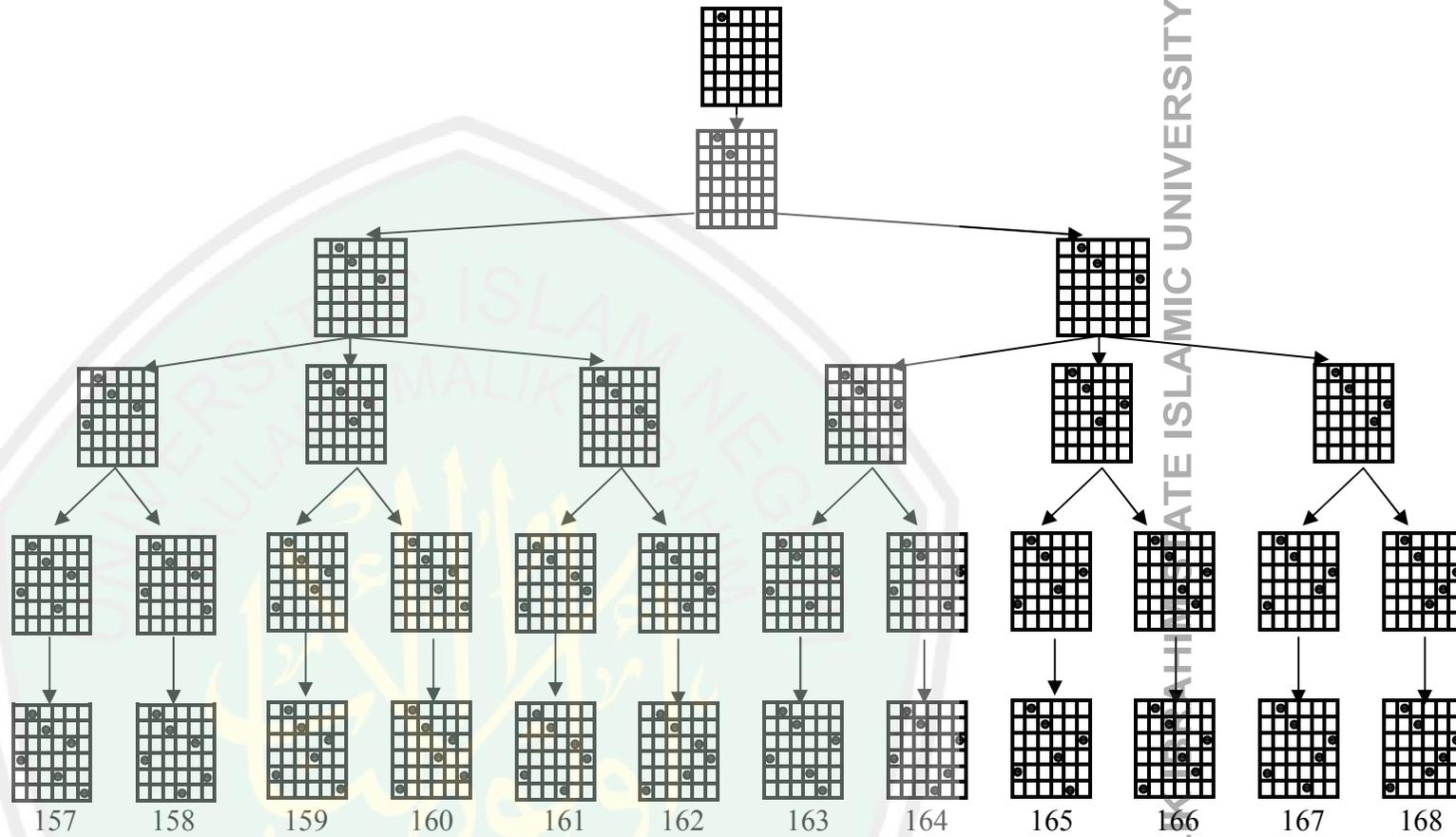
Gambar 3.24 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A12



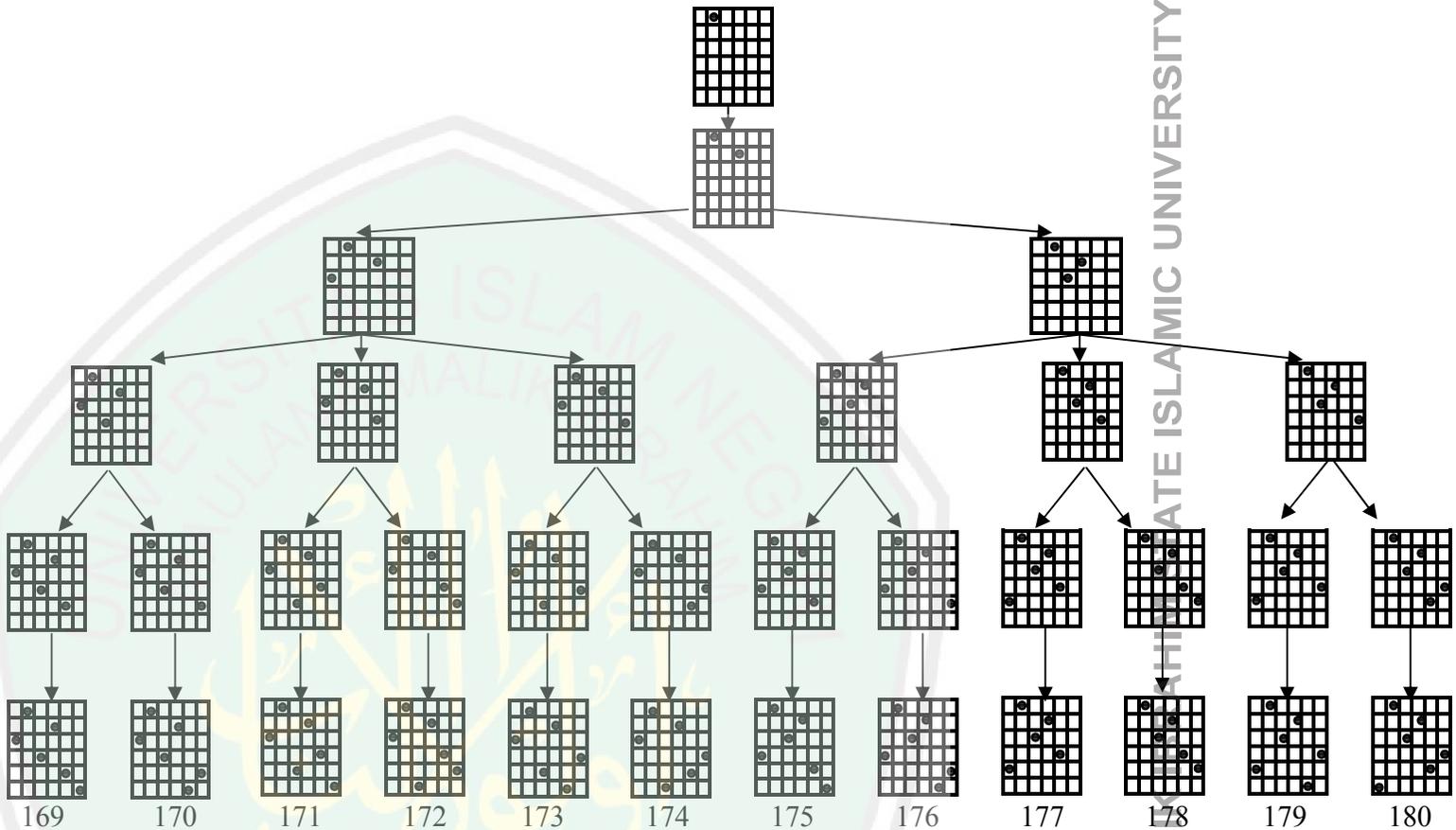
Gambar 3.25 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A12



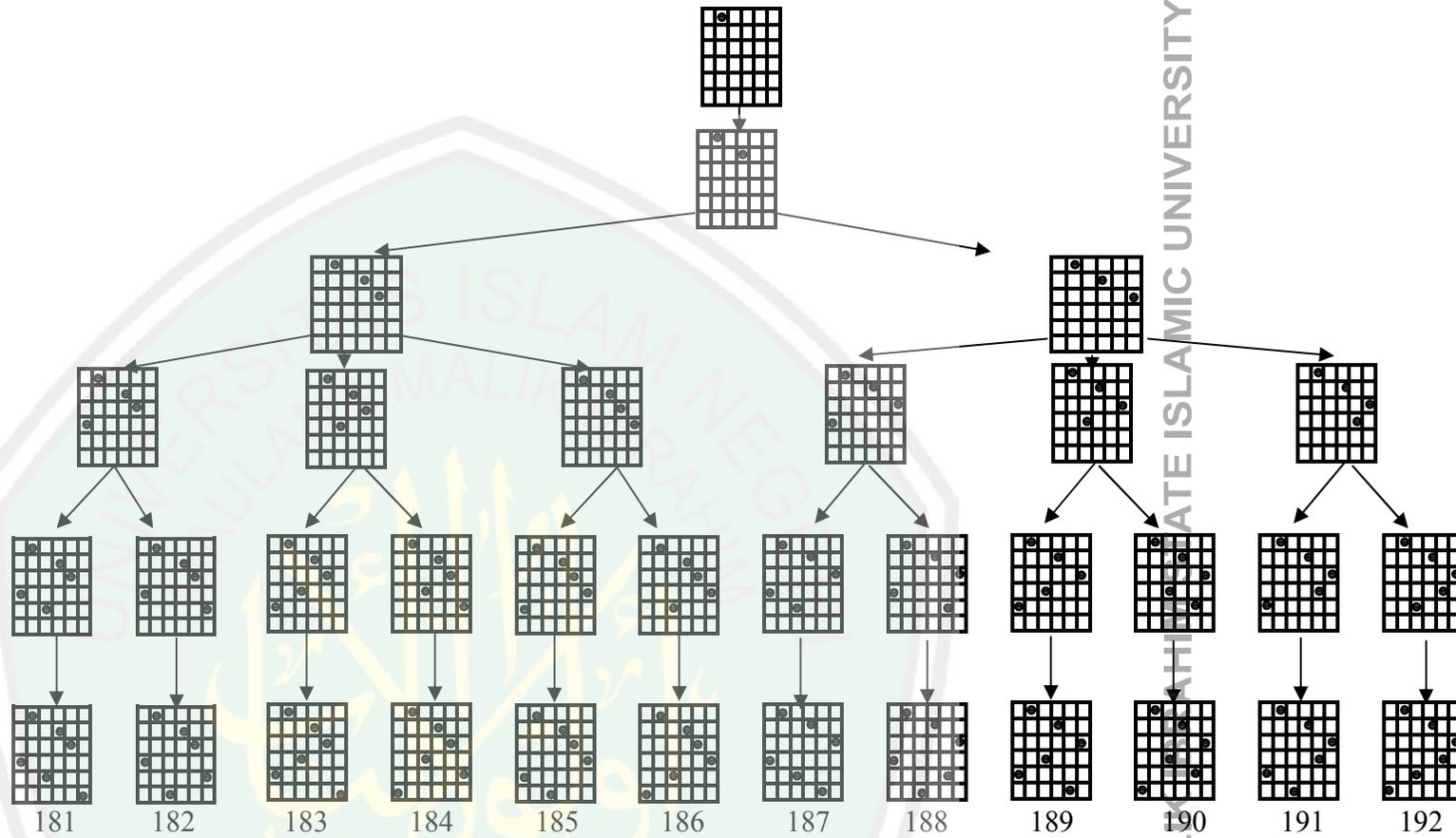
Gambar 3.26 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A12



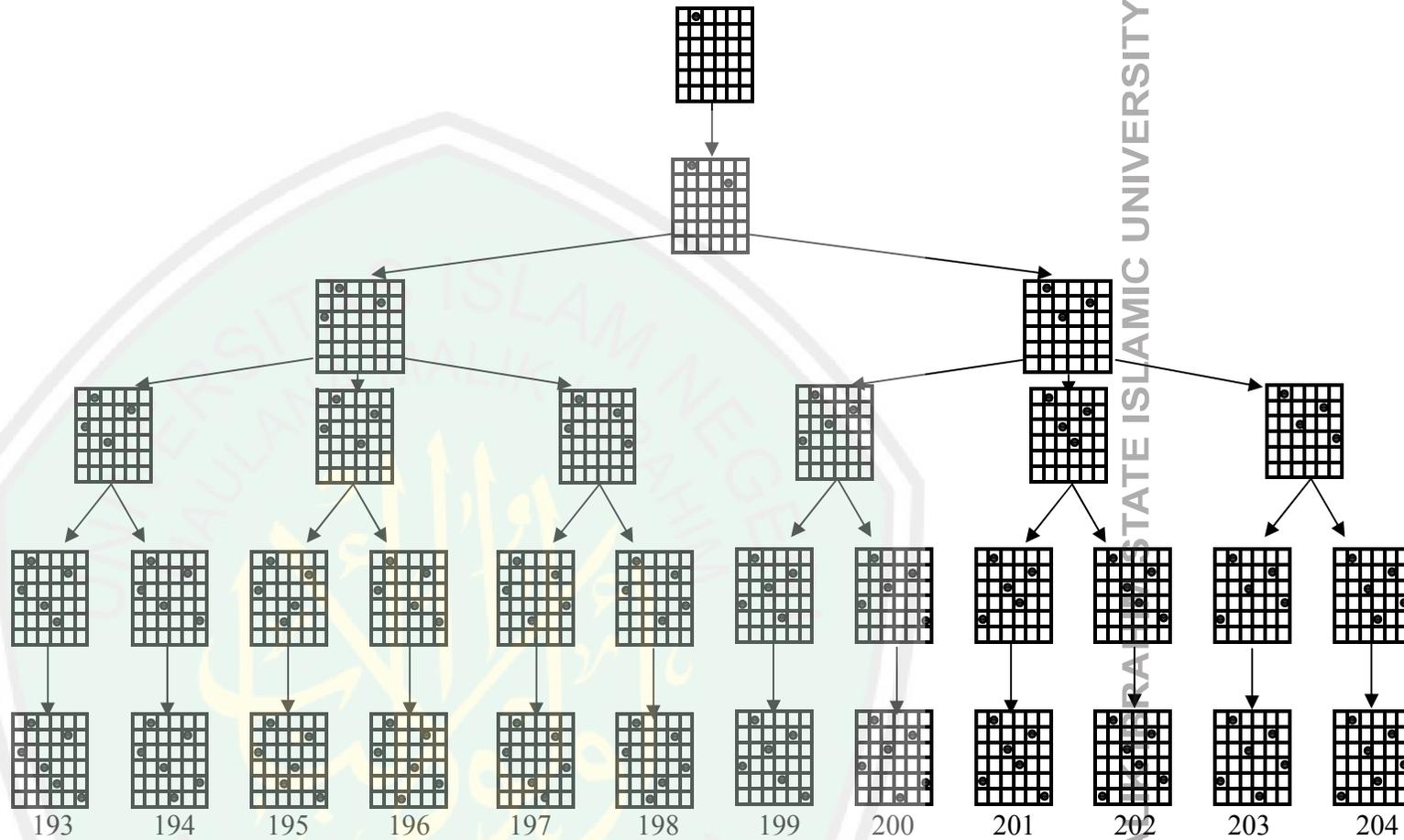
Gambar 3.27 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada  $A[2]$



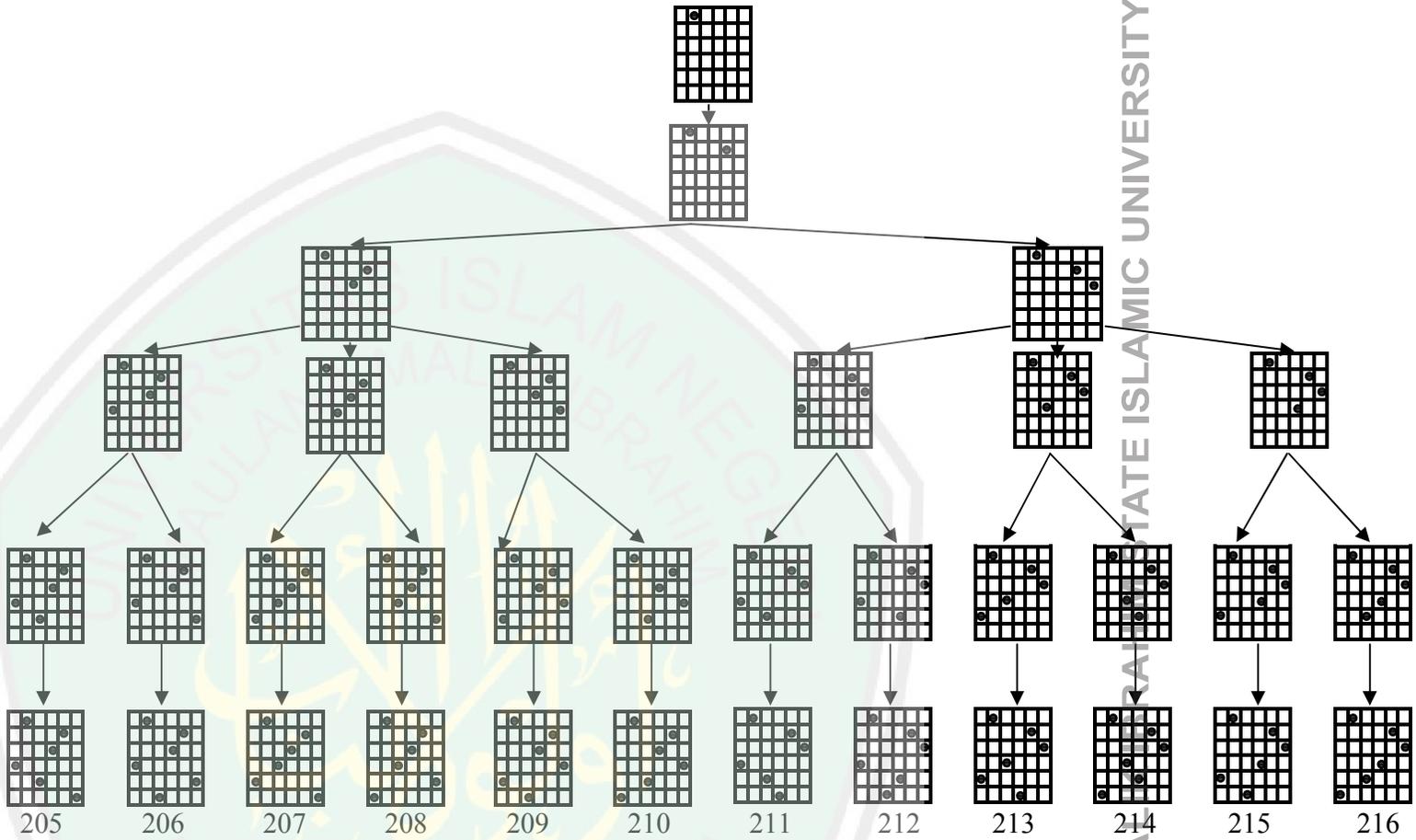
Gambar 3.28 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A1-2



Gambar 3.29 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A12

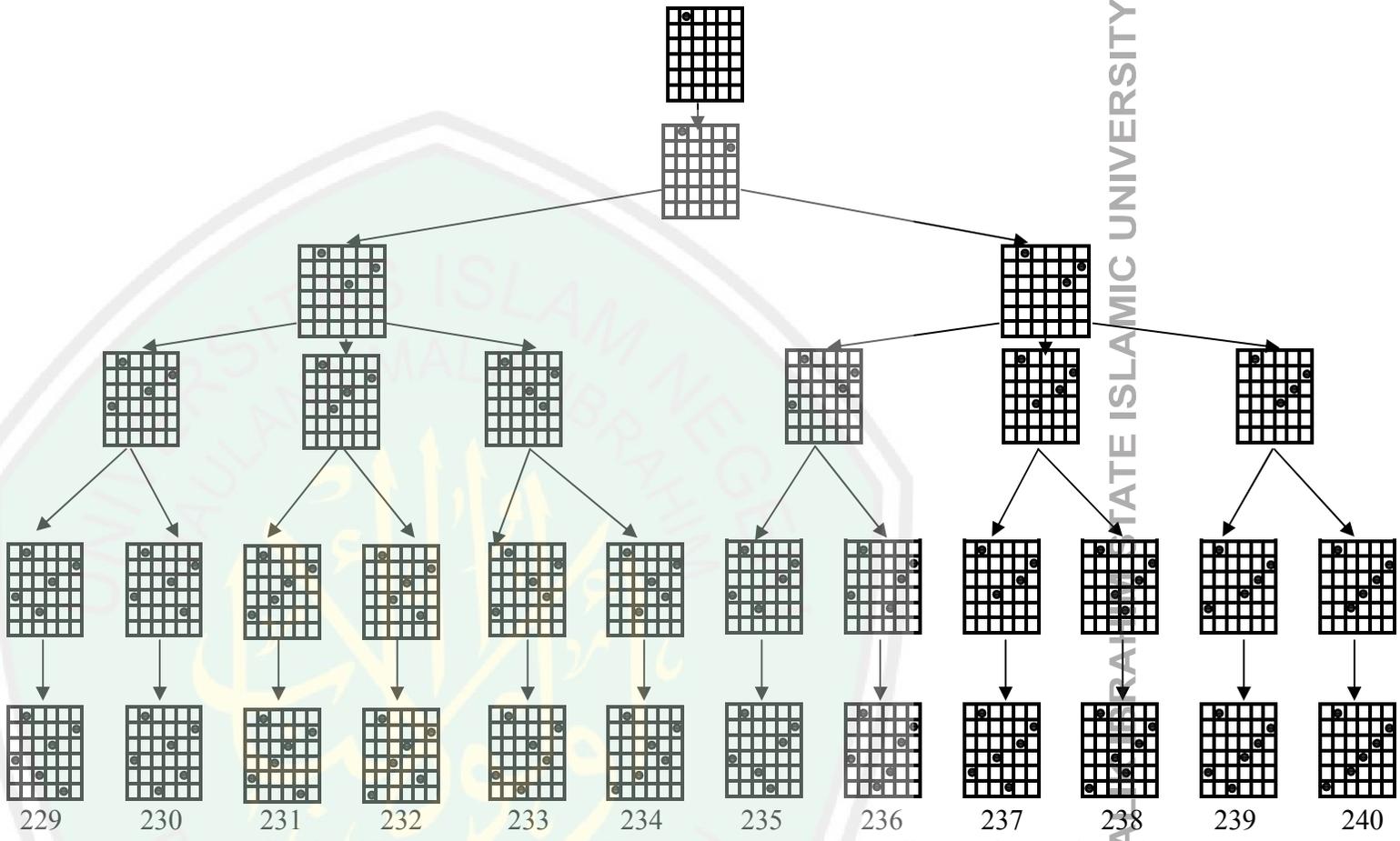


Gambar 3.30 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A12

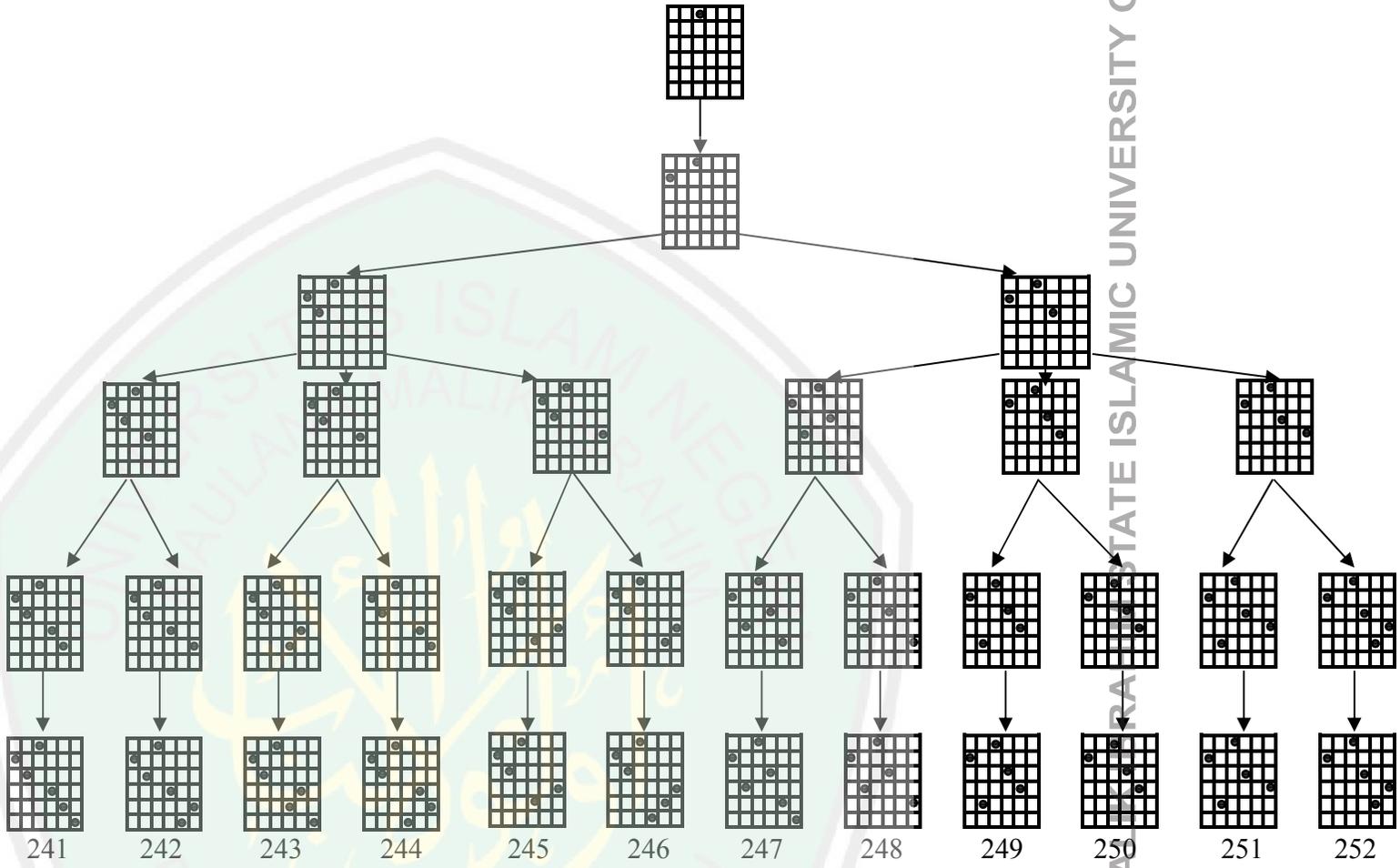


Gambar 3.31 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A12



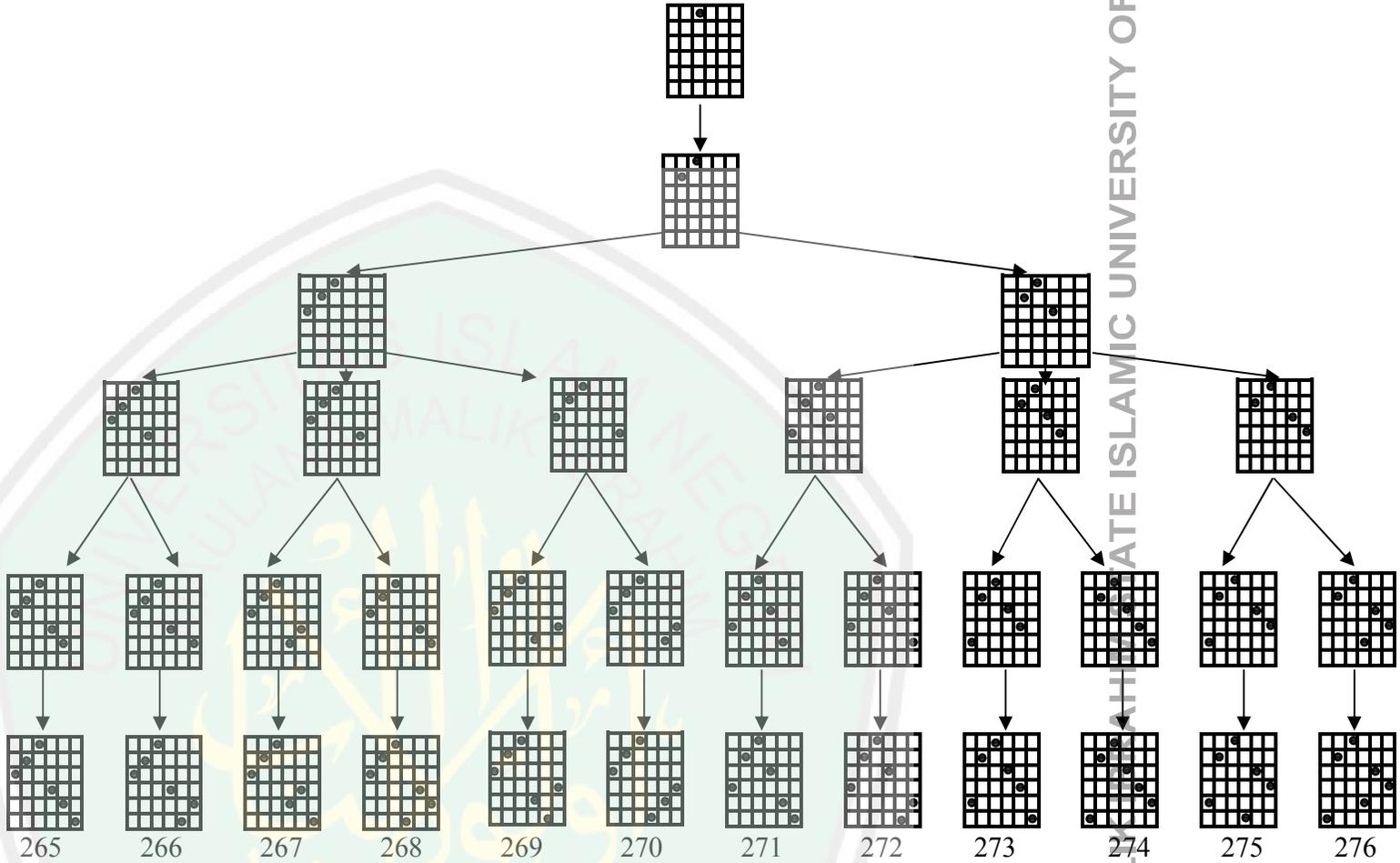


Gambar 3.33 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A12

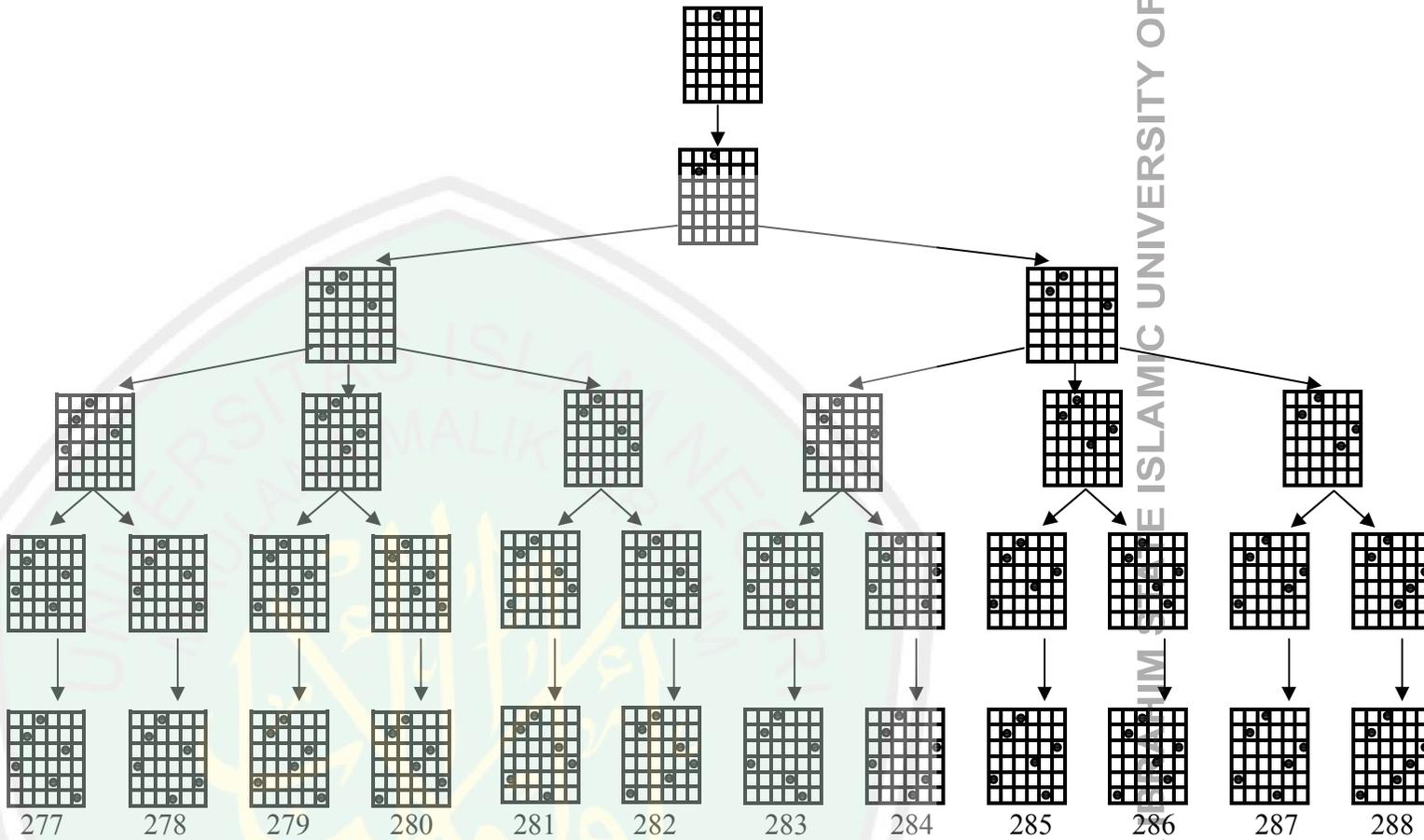


Gambar 3.34 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A13



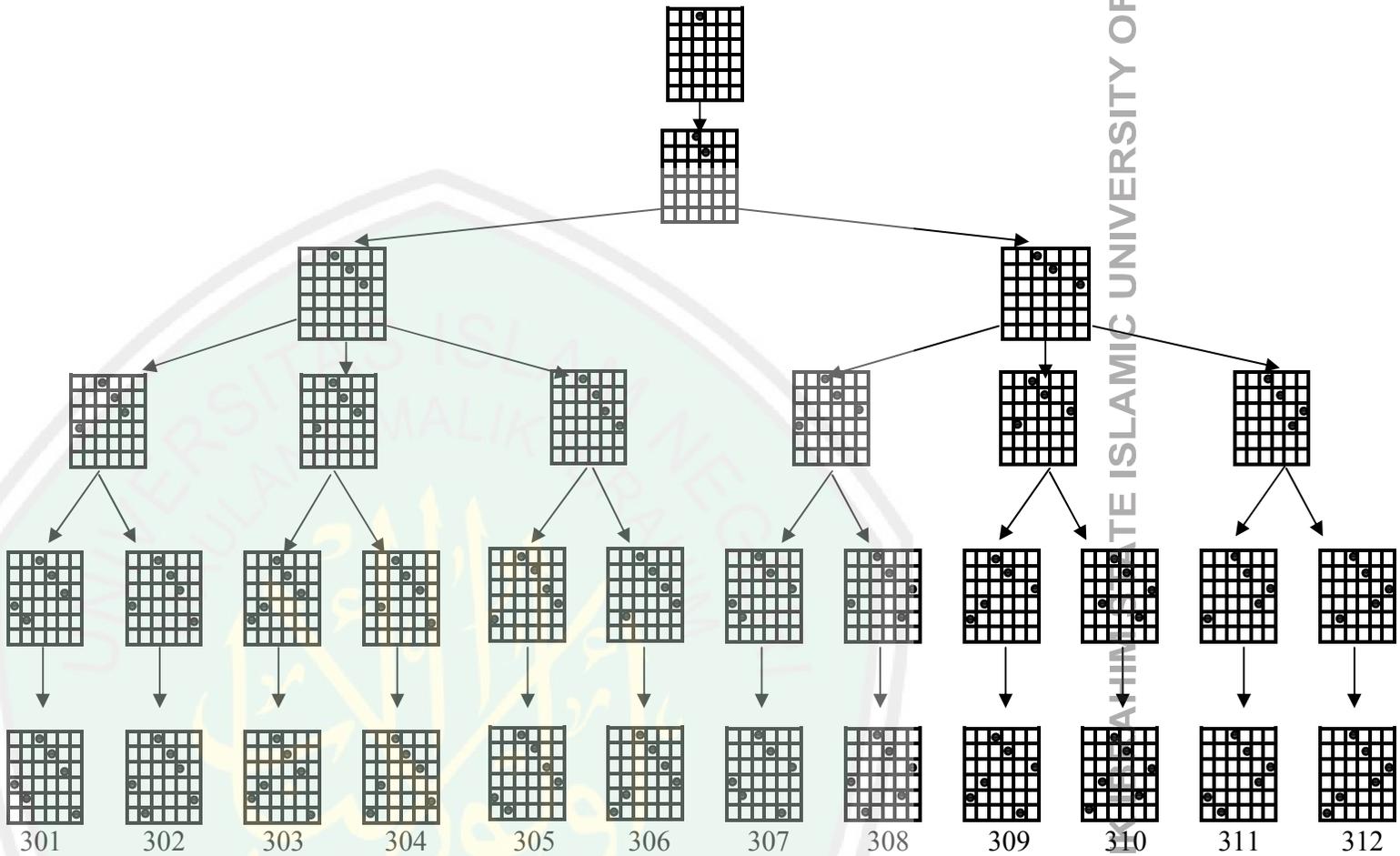


Gambar 3.36 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A13

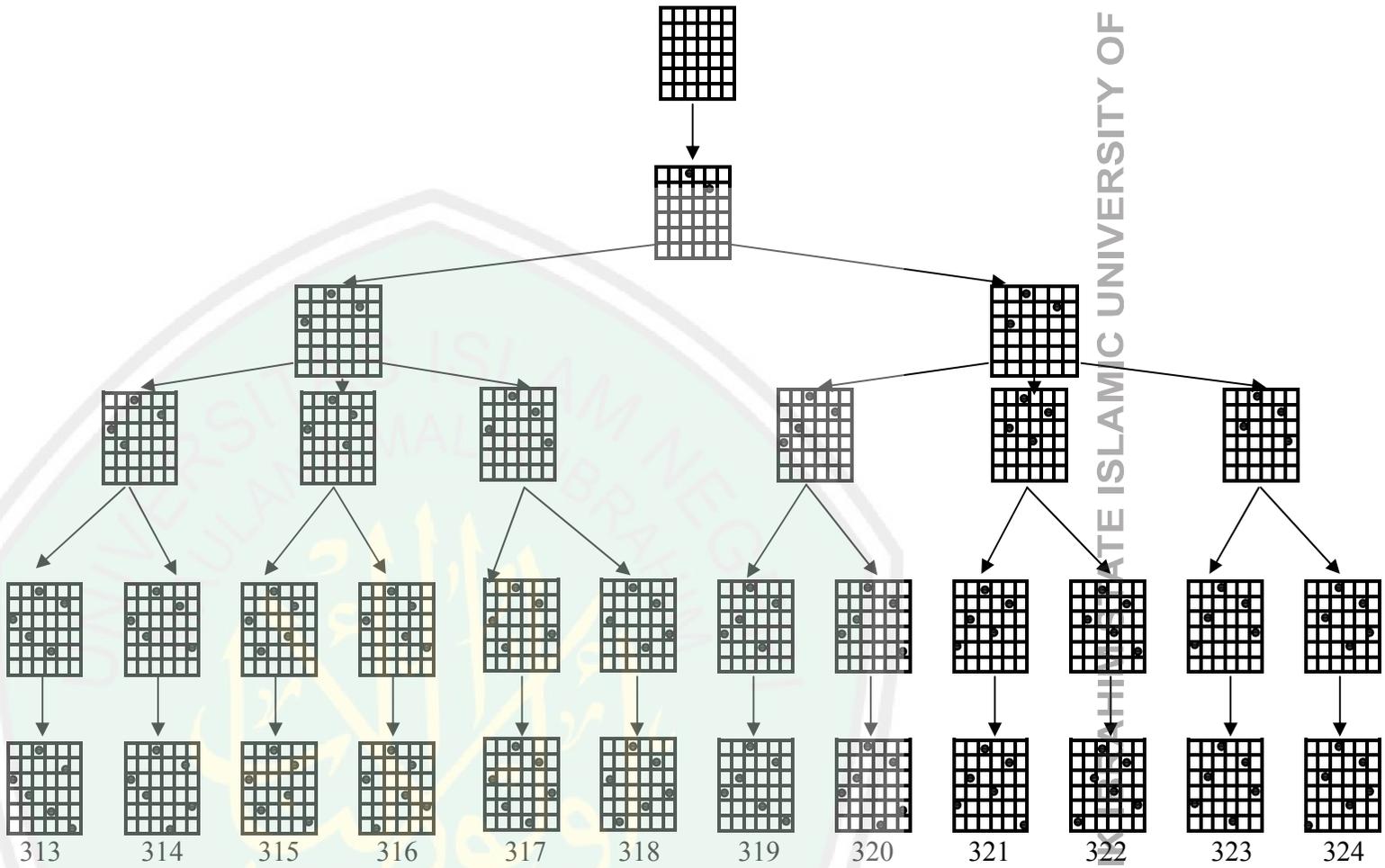


Gambar 3.37 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A13

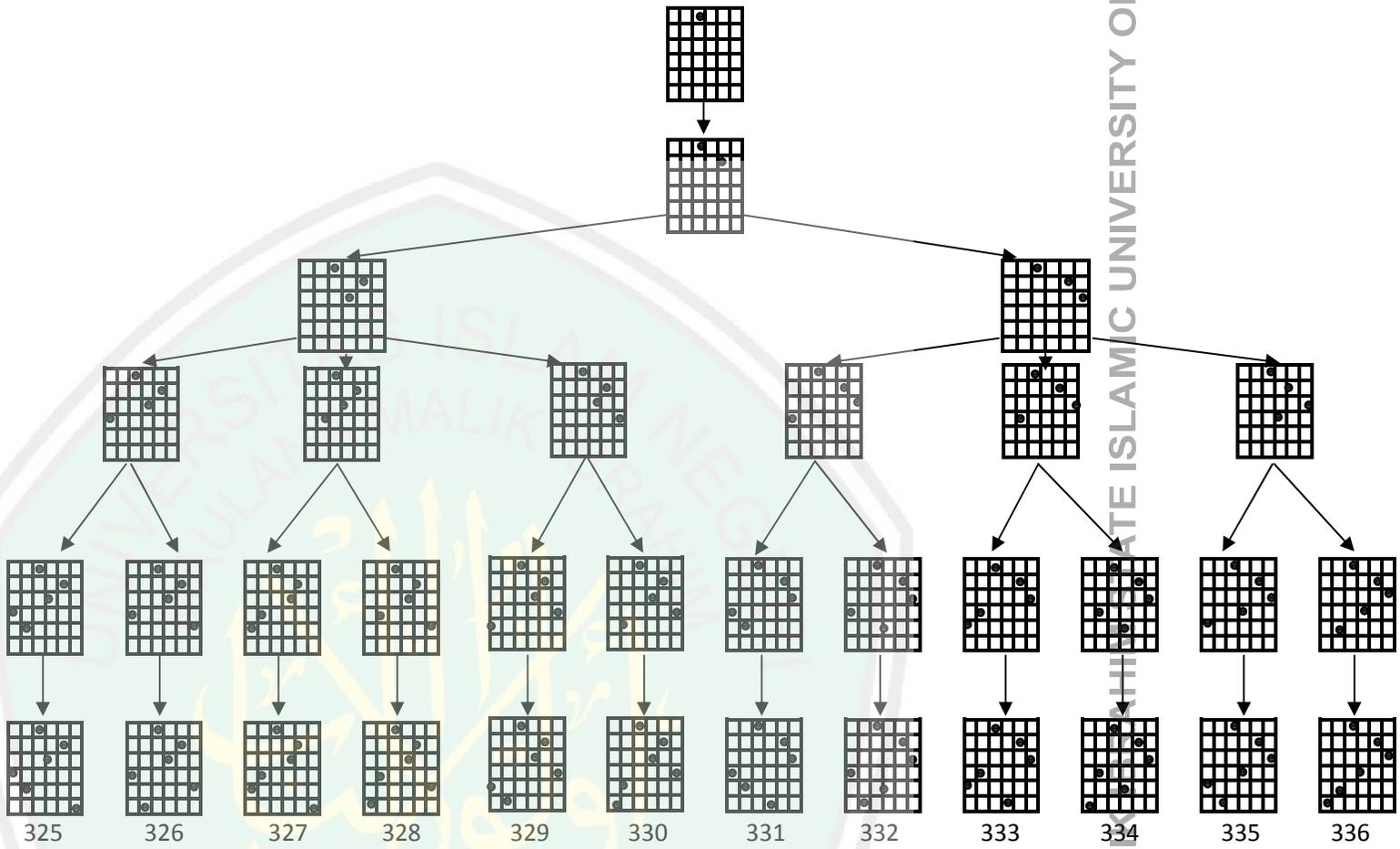




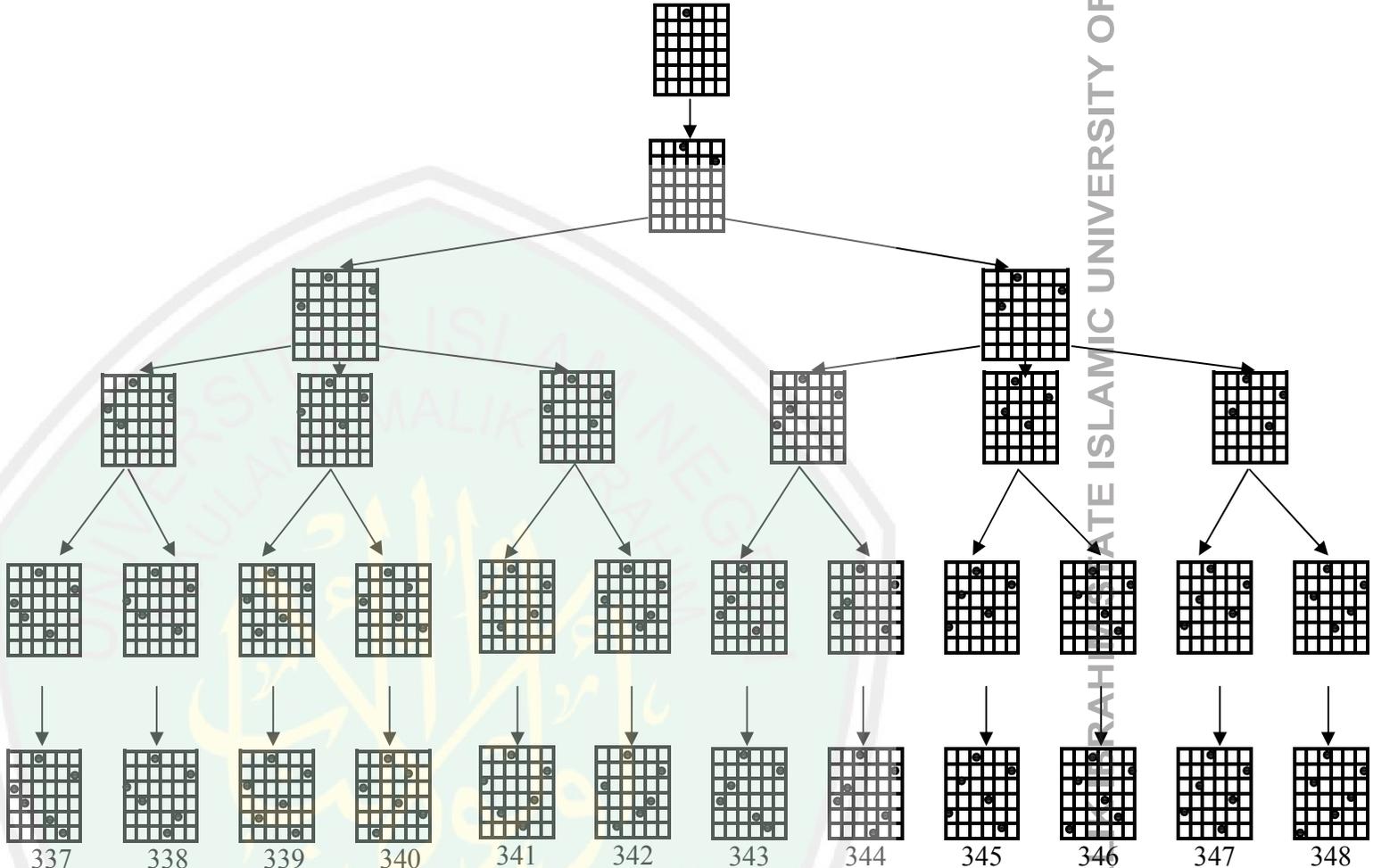
Gambar 3.39 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A13



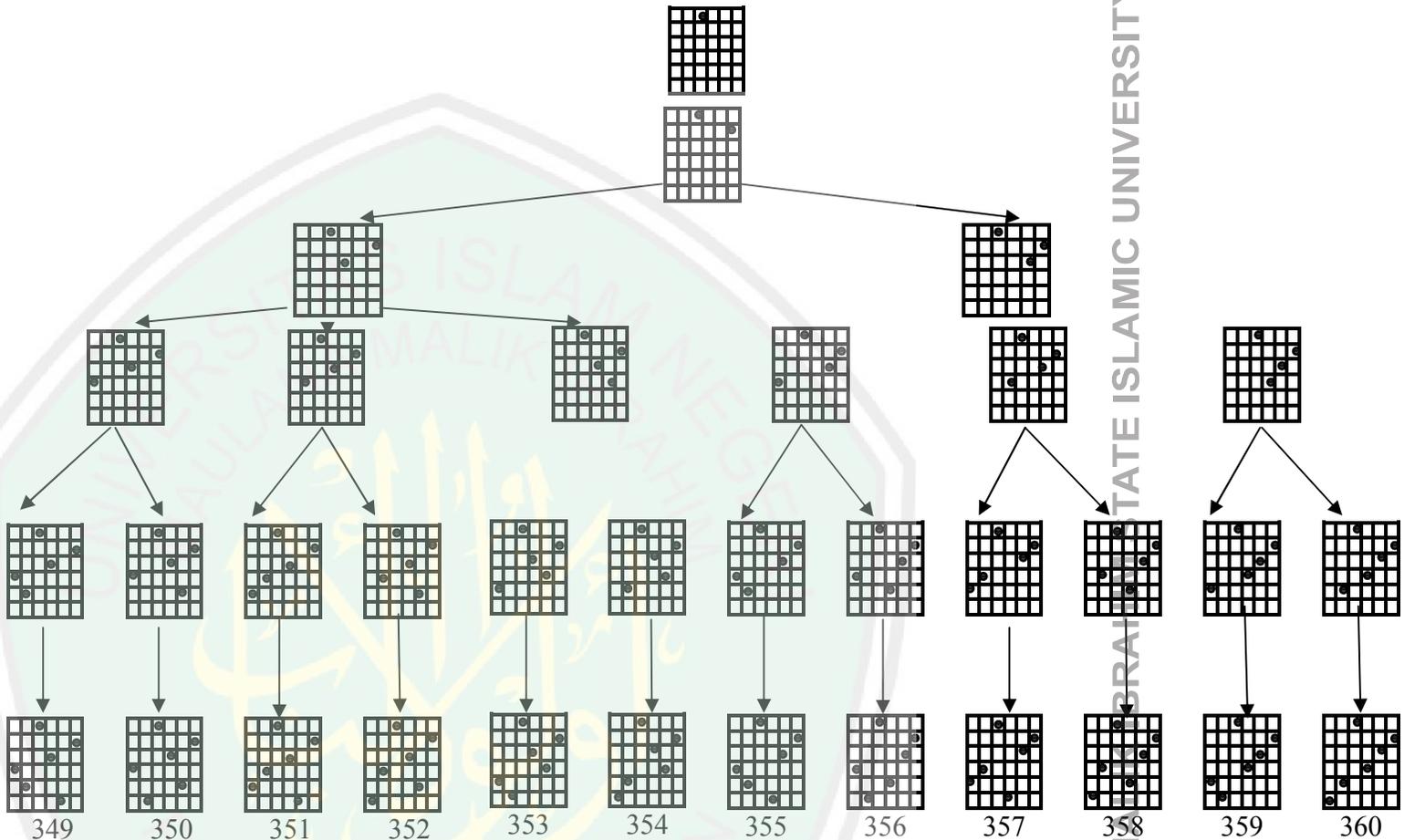
Gambar 3.40 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A13



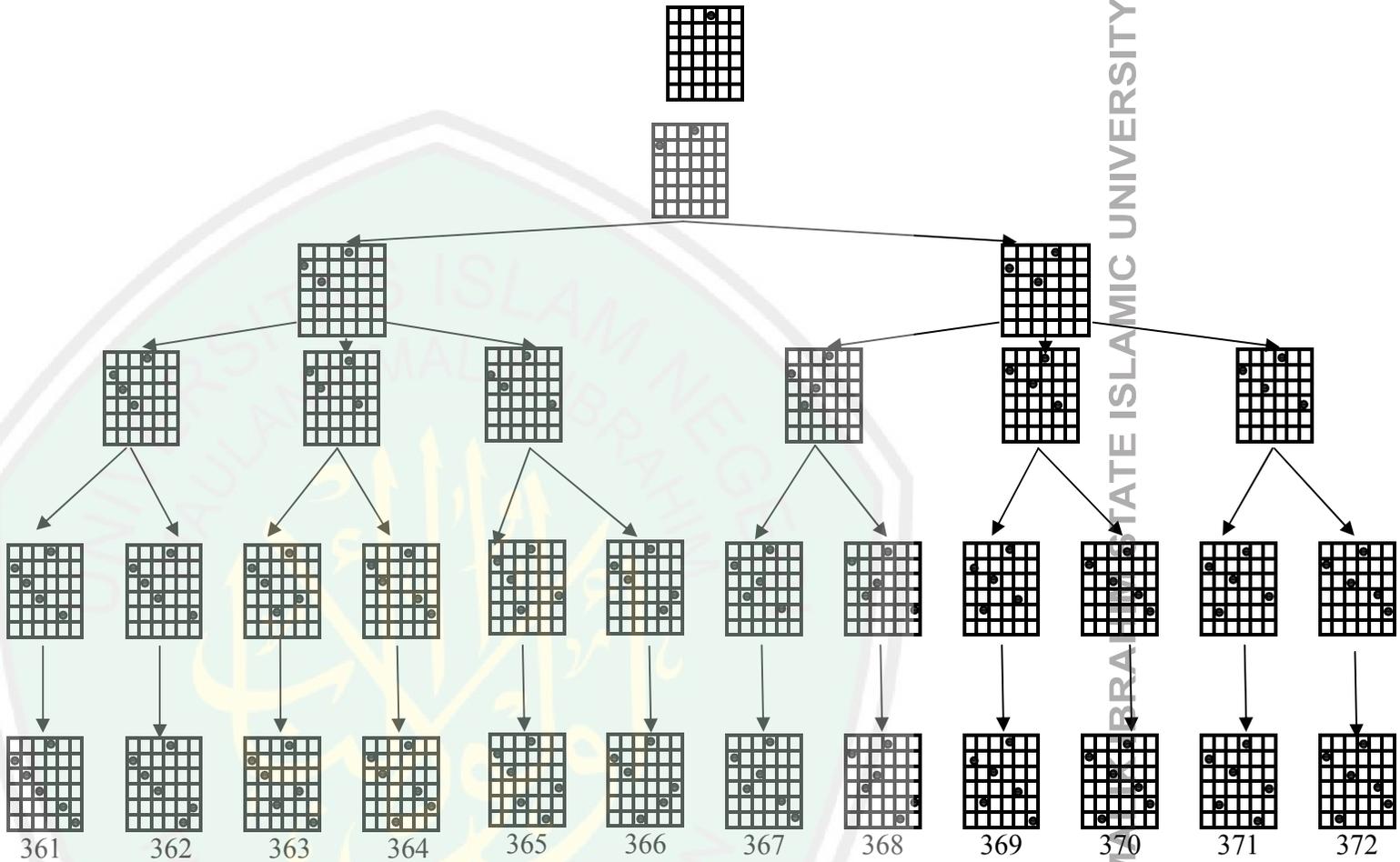
Gambar 3.41 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A13



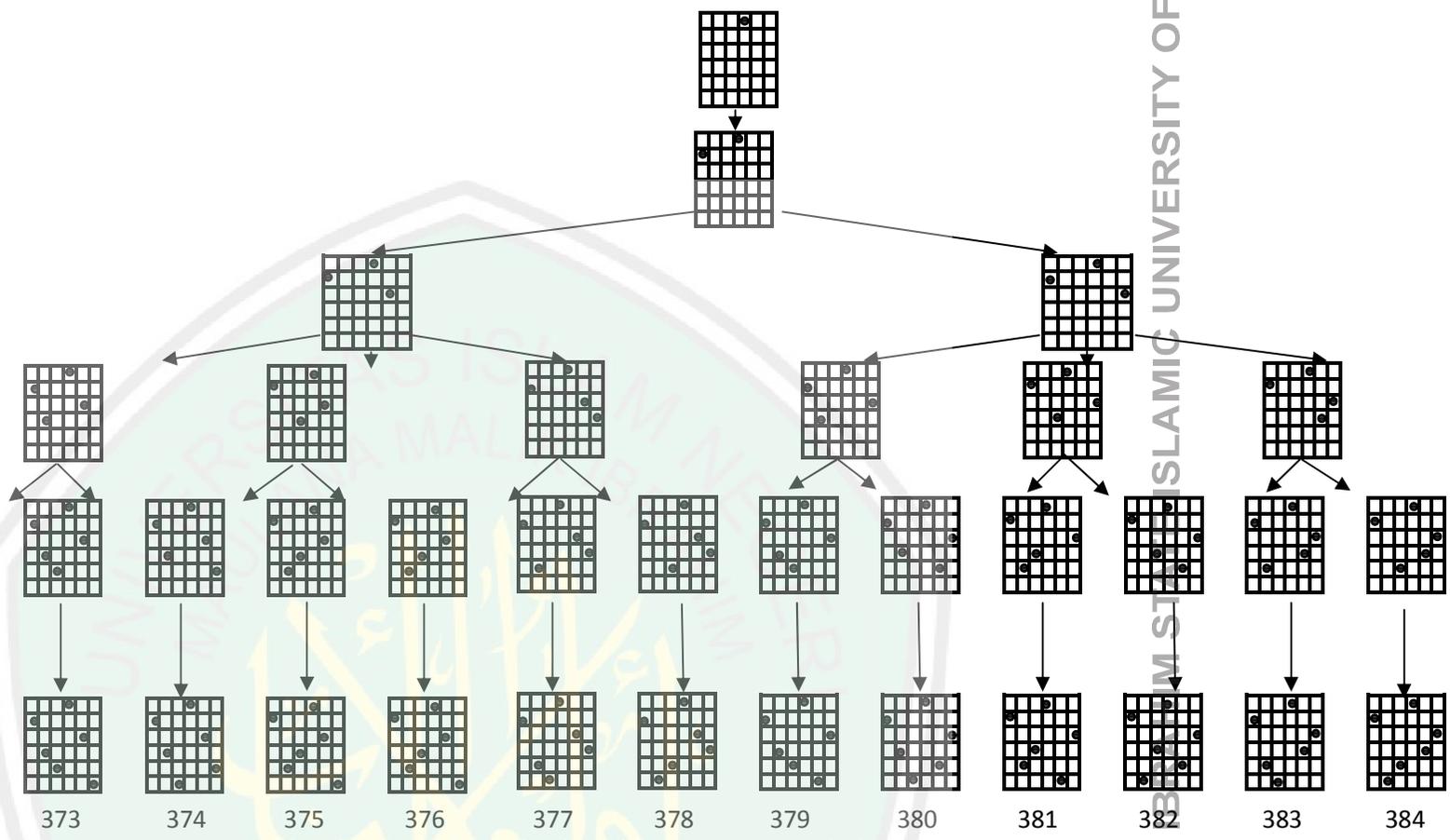
Gambar 3.42 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A13



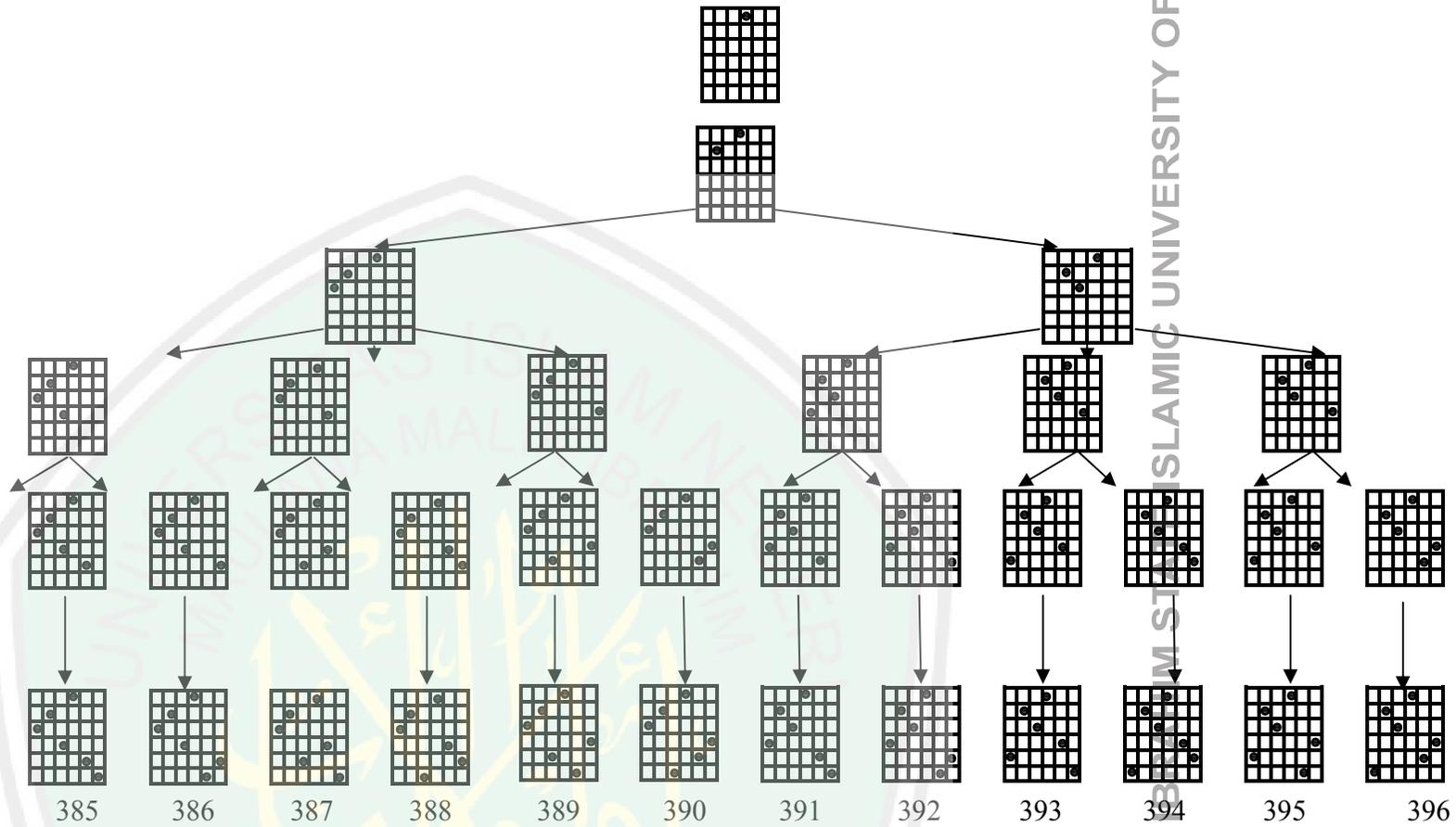
Gambar 3.43 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A13



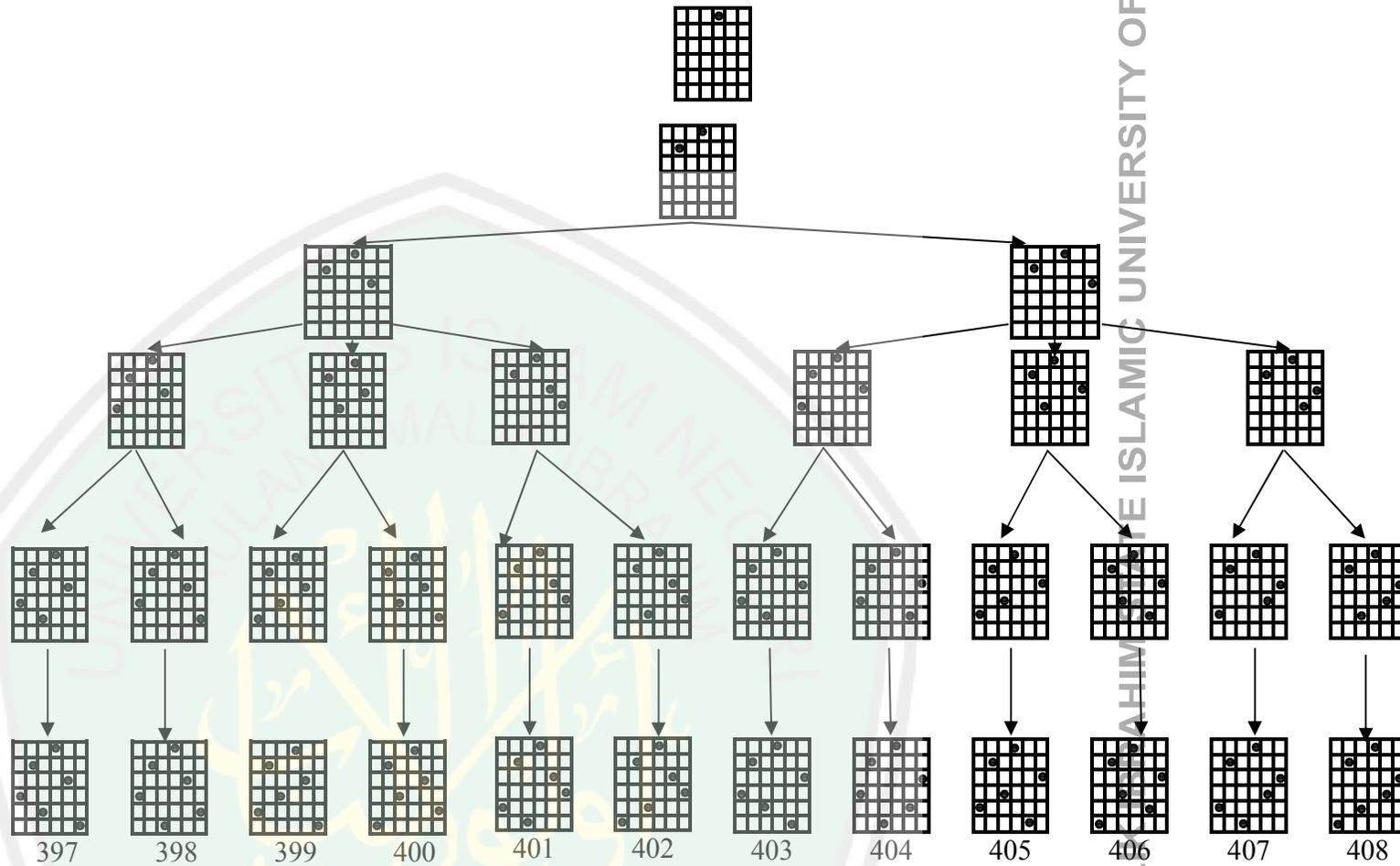
Gambar 3.44 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A14



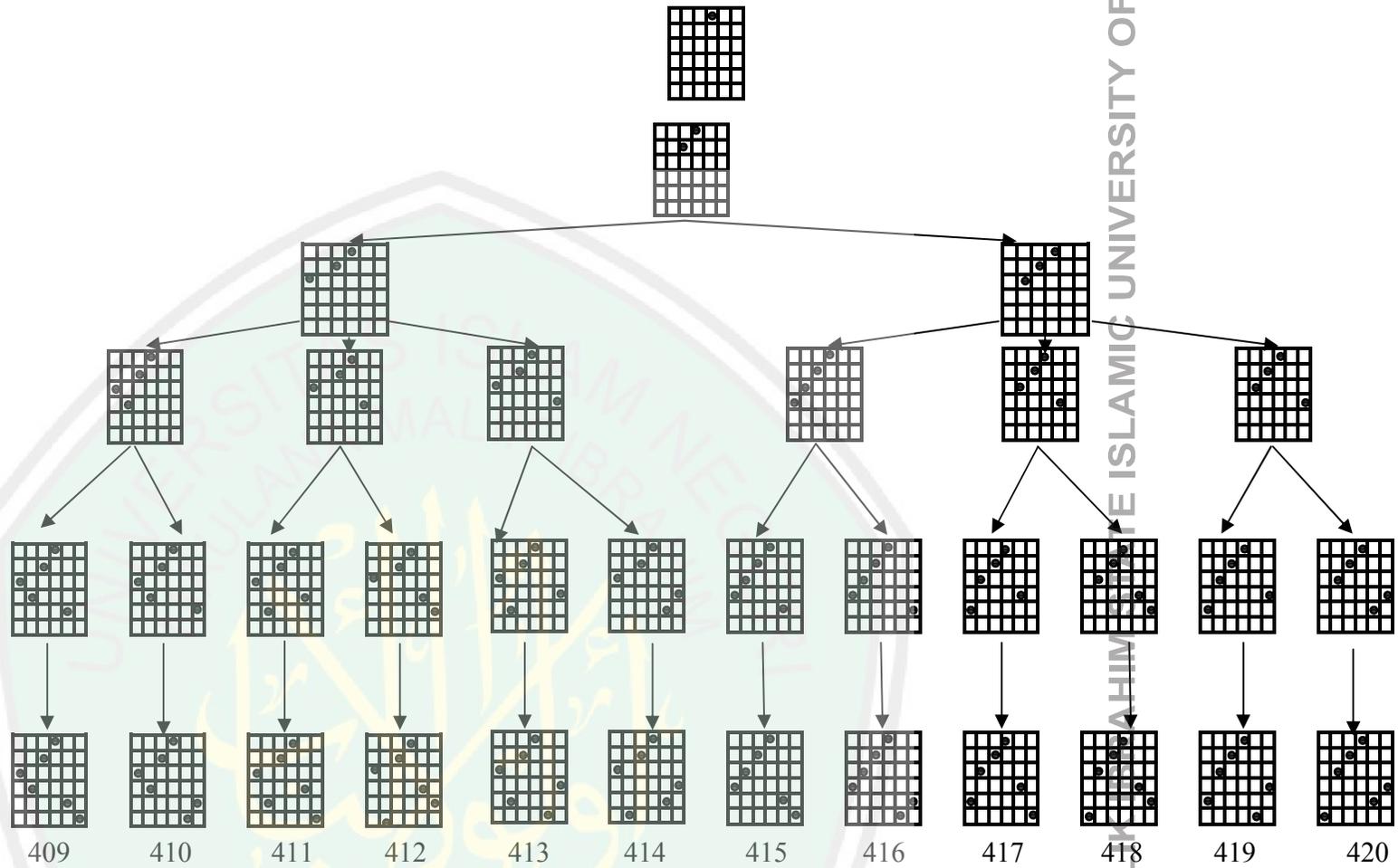
Gambar 3.45 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A14



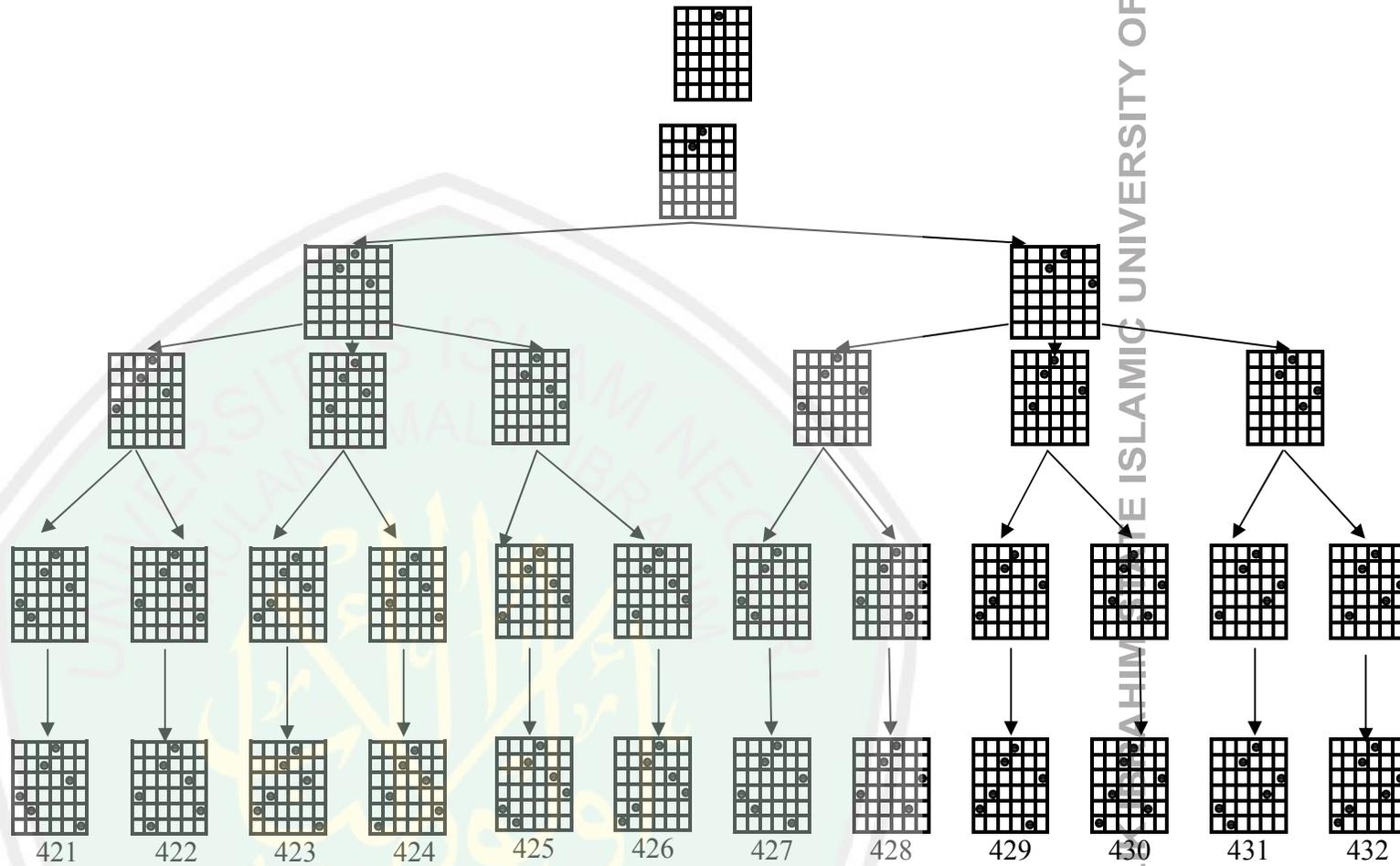
Gambar 3.46 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A14



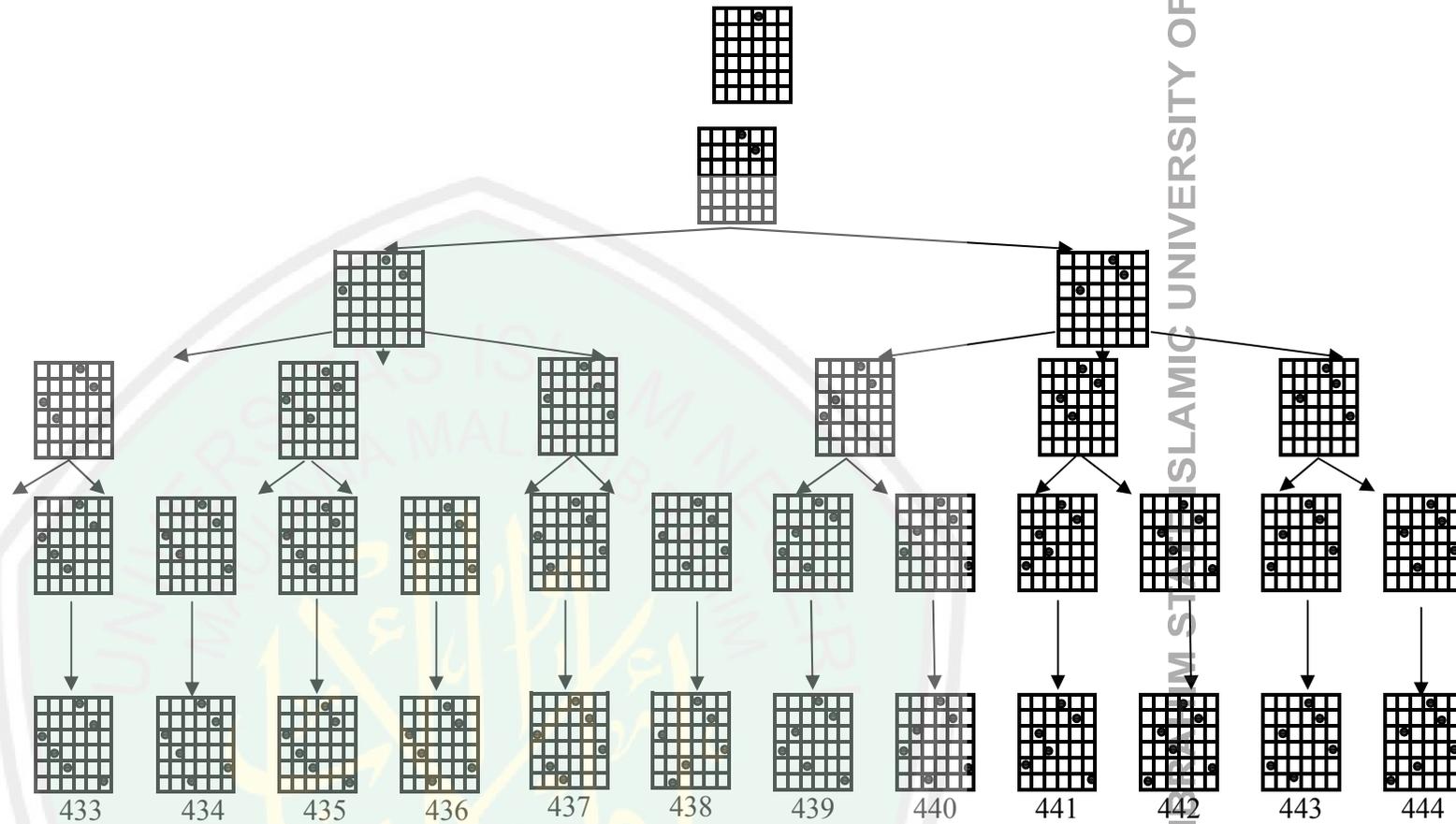
Gambar 3.47 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A14



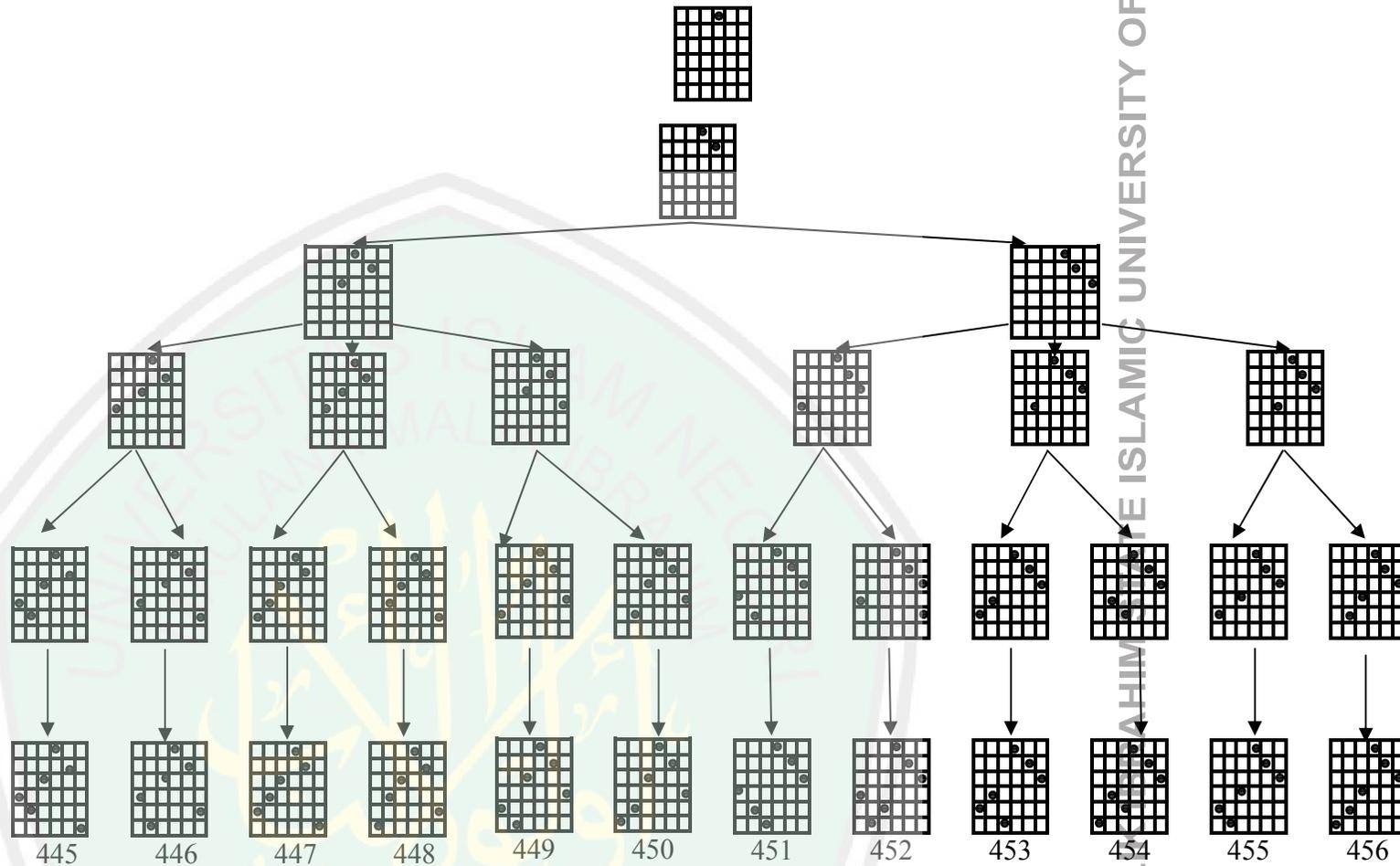
Gambar 3.48 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A14



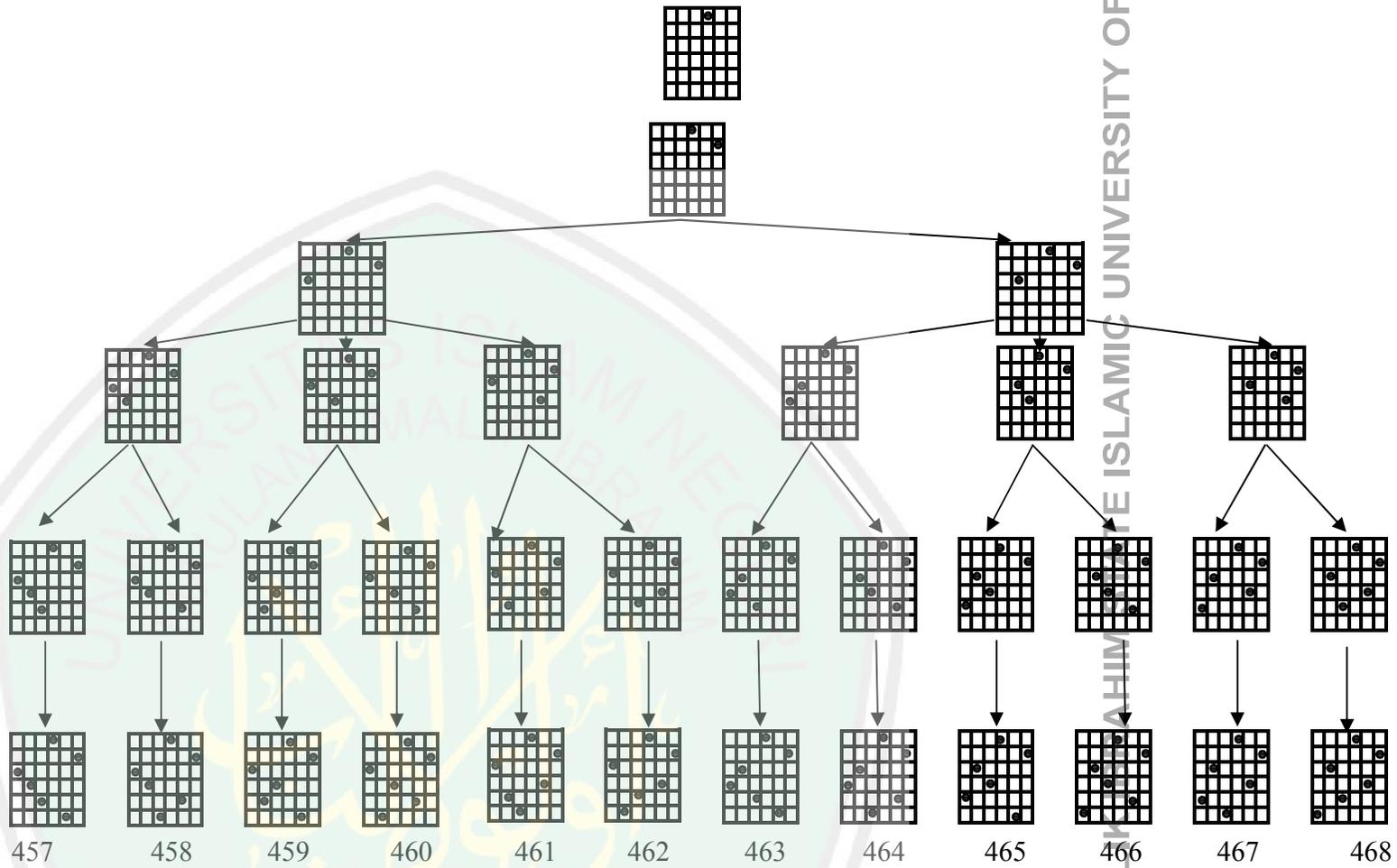
Gambar 3.49 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A14



Gambar 3.50 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A14

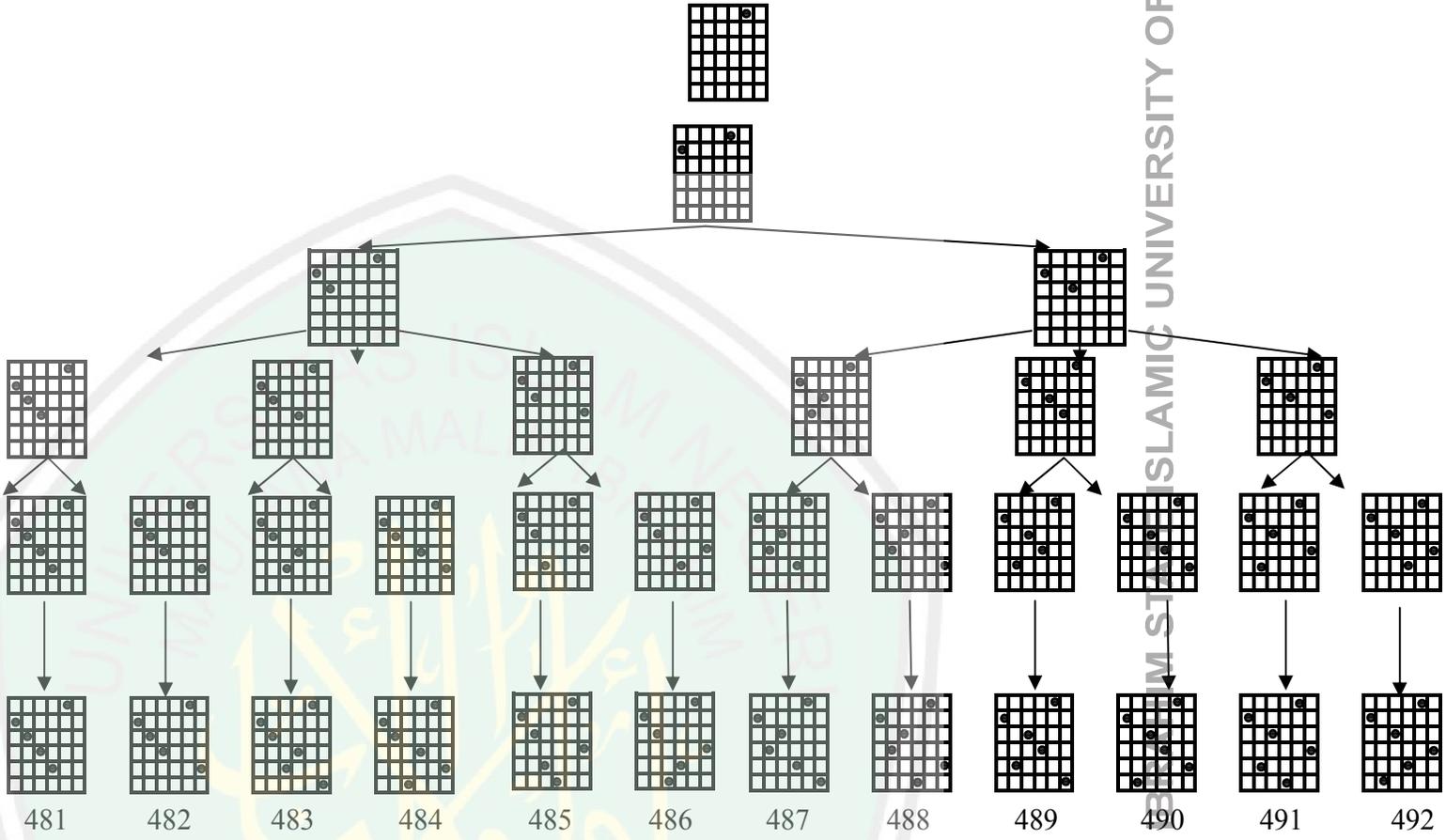


Gambar 3.51 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A14

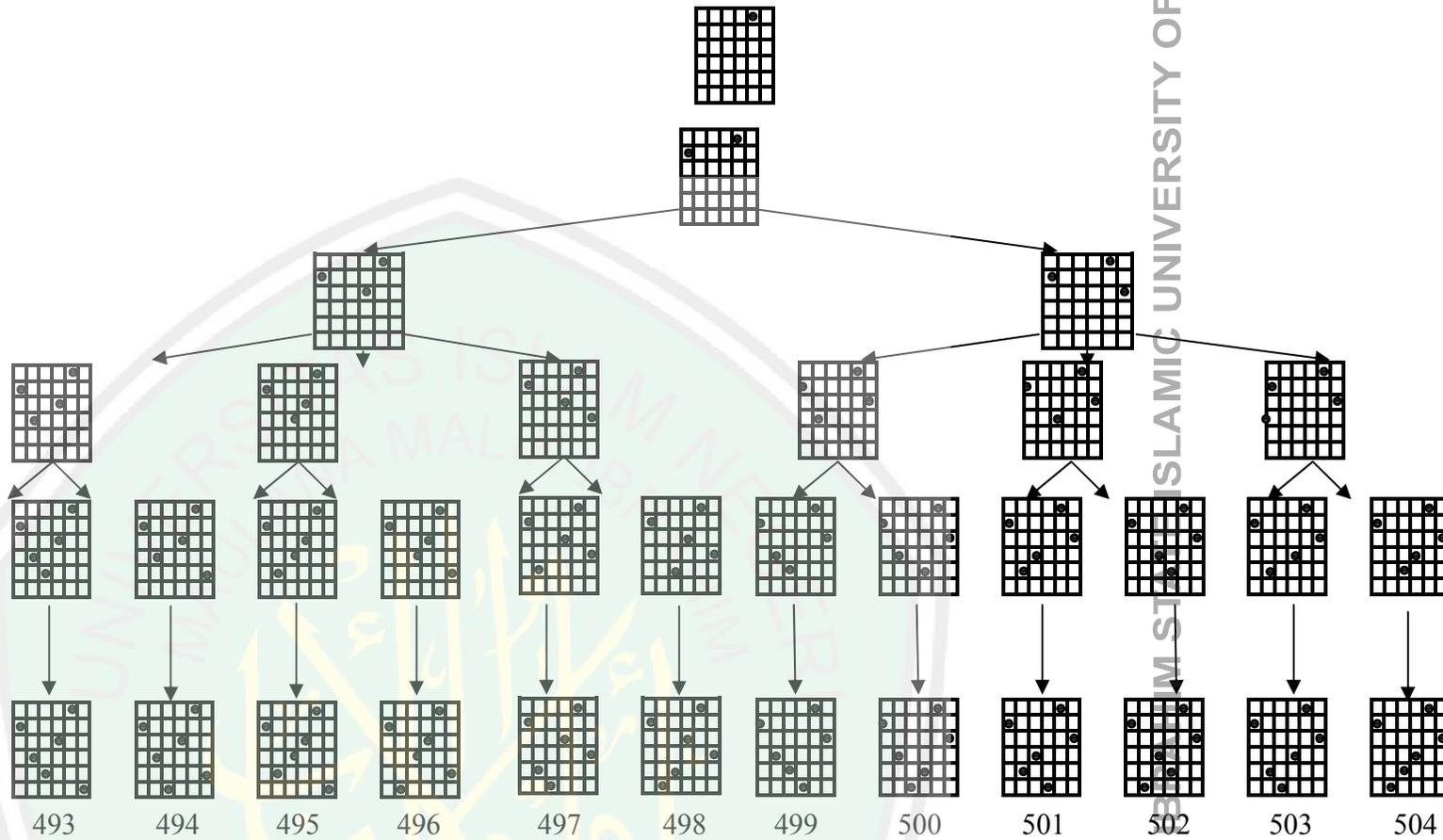


Gambar 3.52 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A14

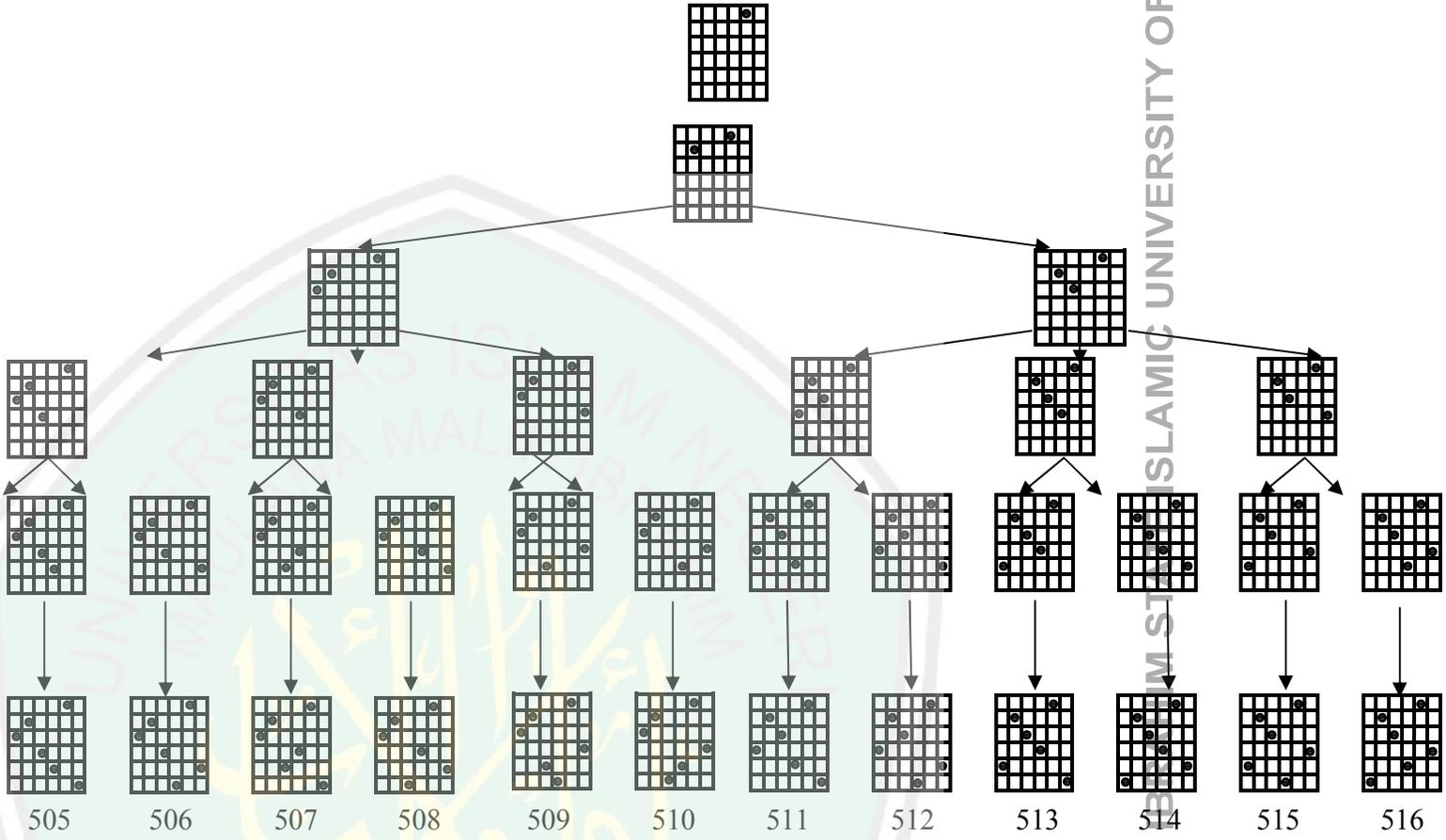




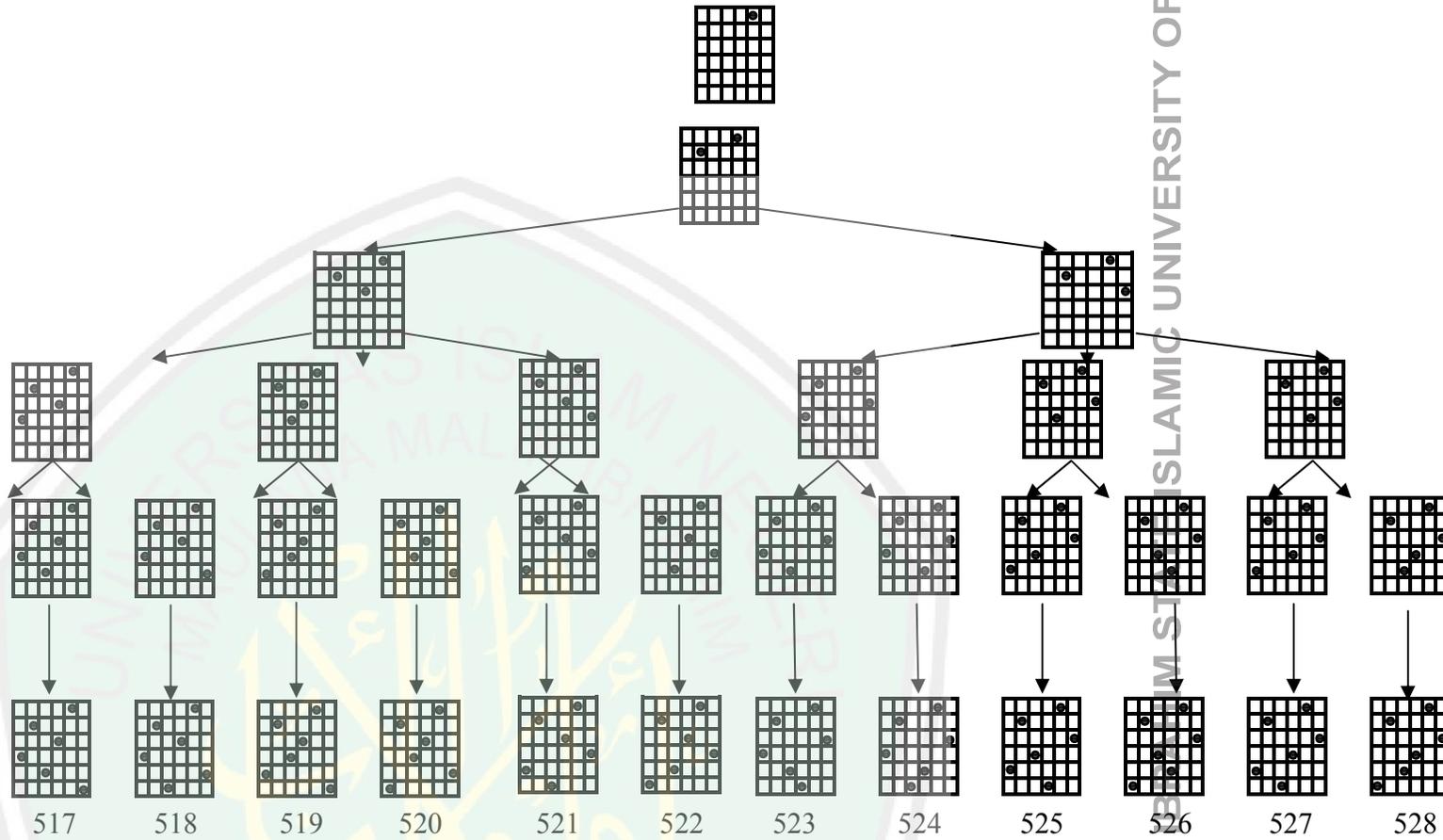
Gambar 3.54 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15



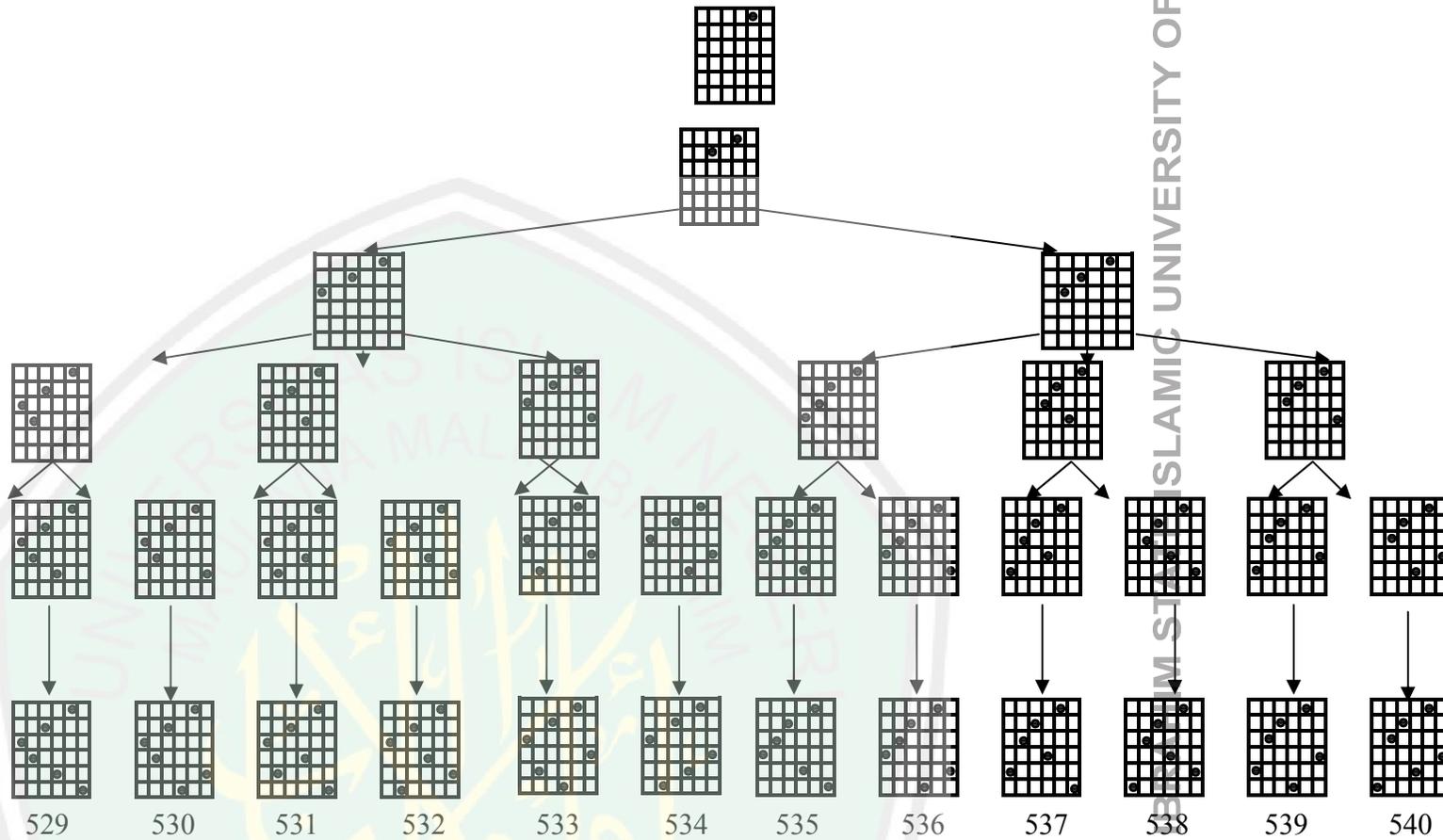
Gambar 3.55 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15



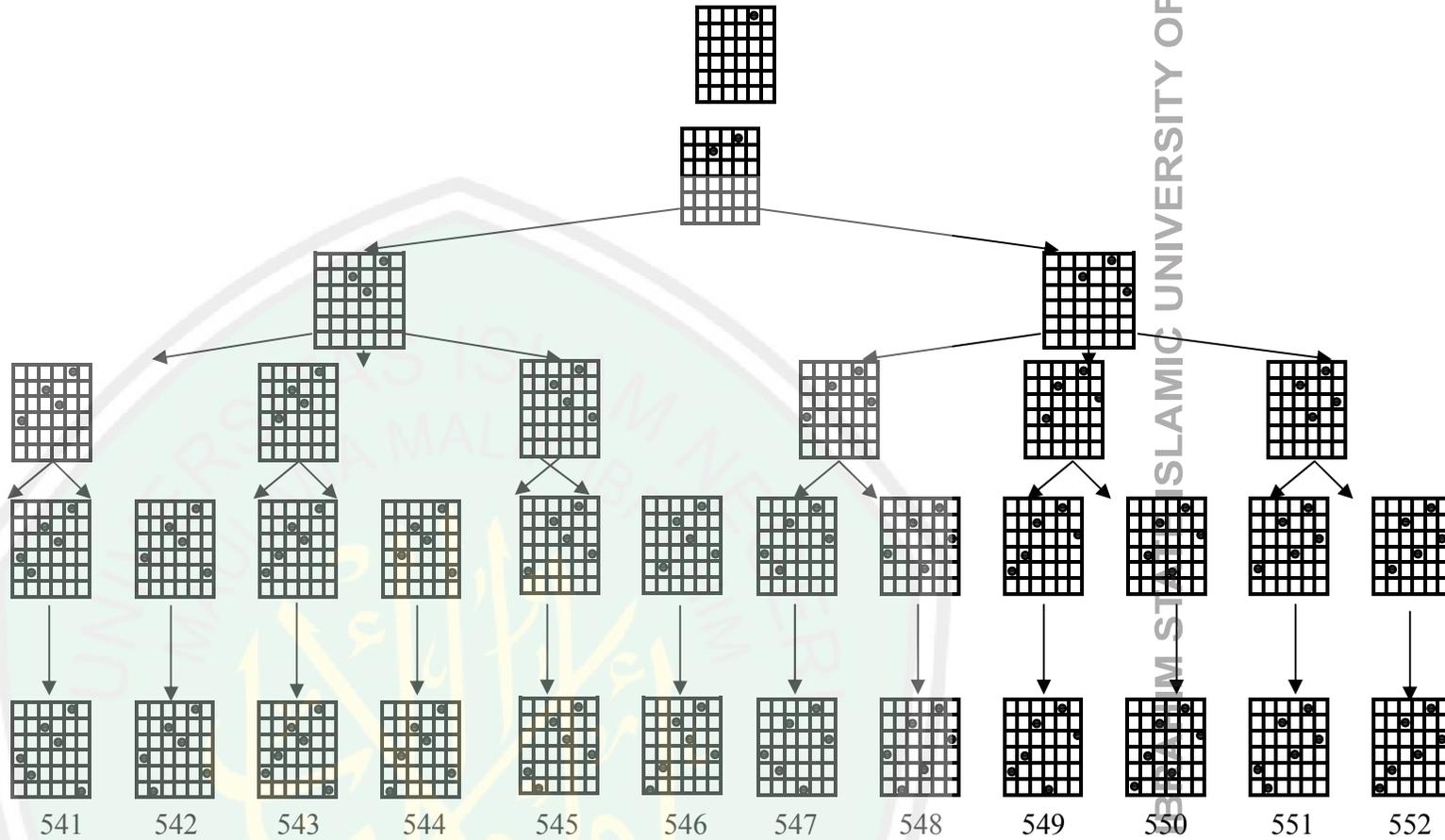
Gambar 3.56 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15



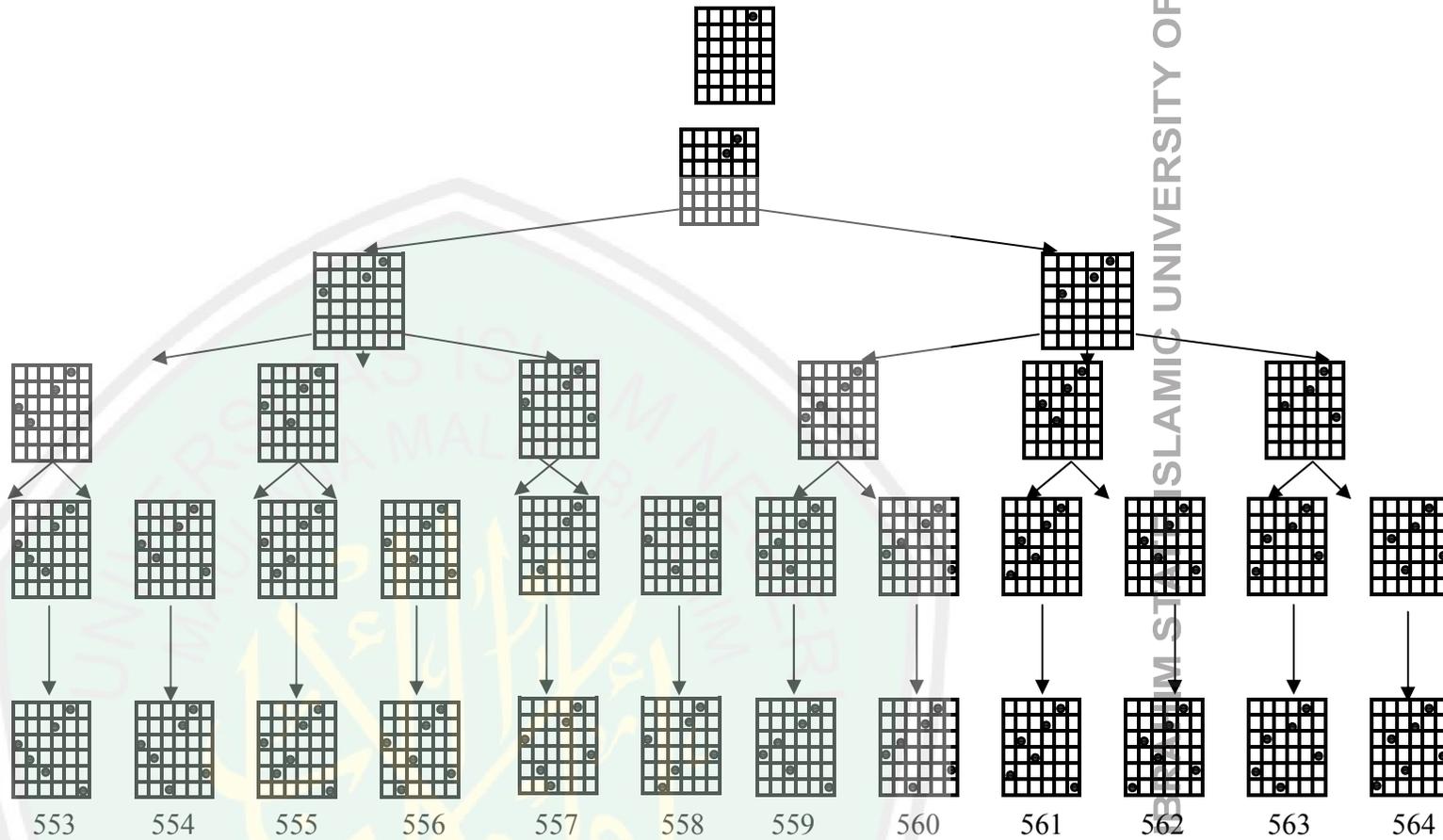
Gambar 3.57 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15



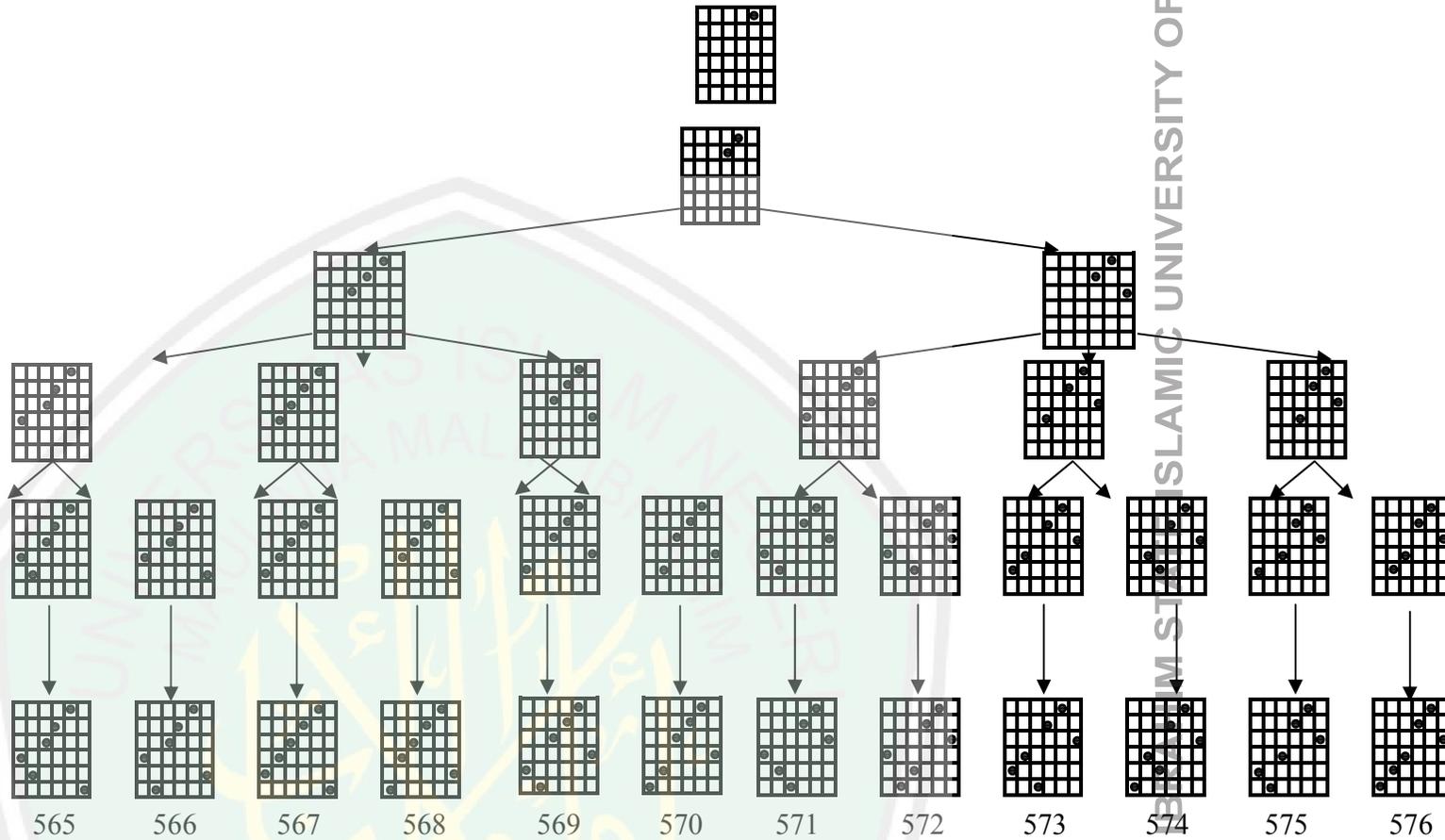
Gambar 3.58 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15



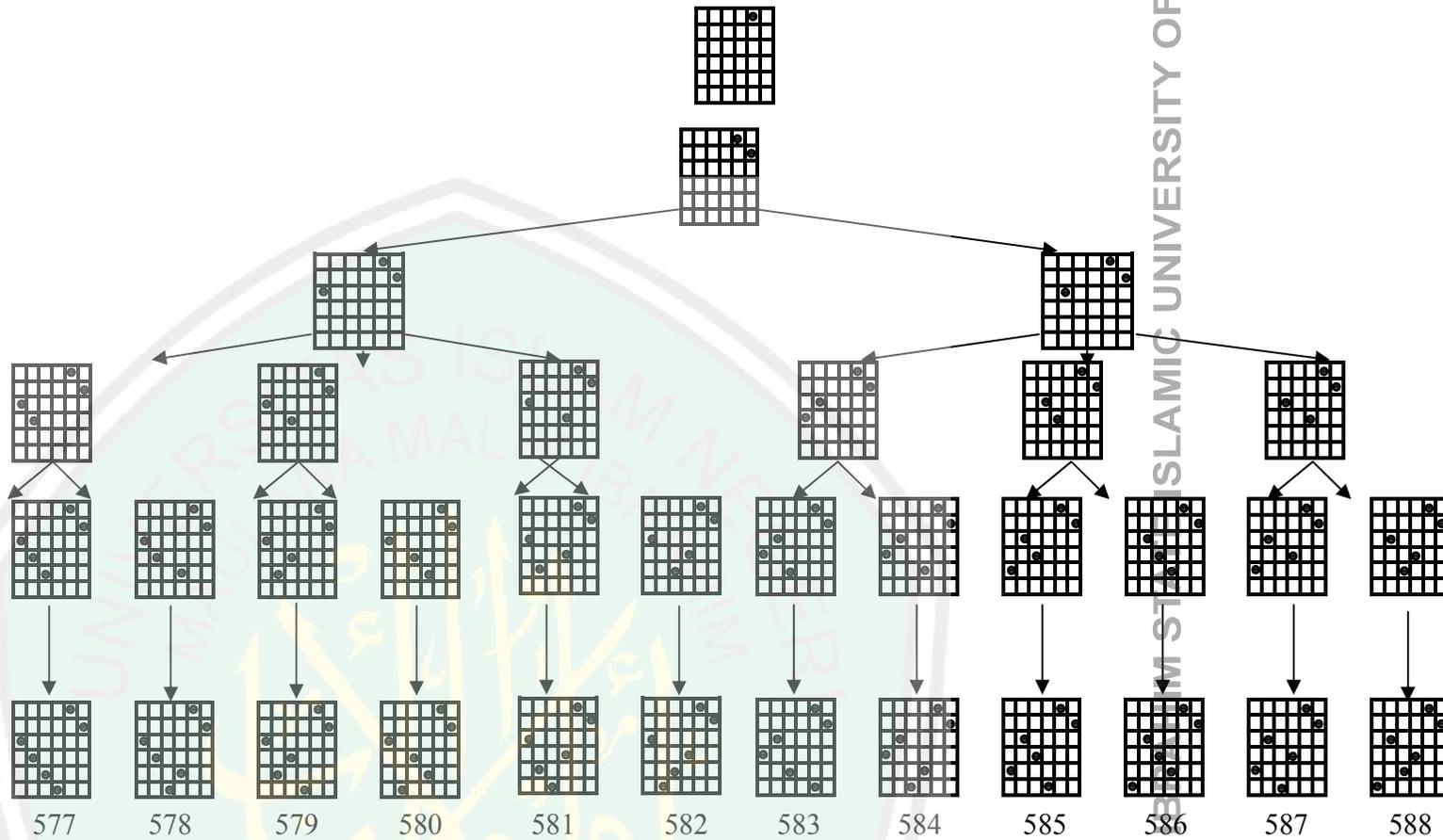
Gambar 3.59 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15



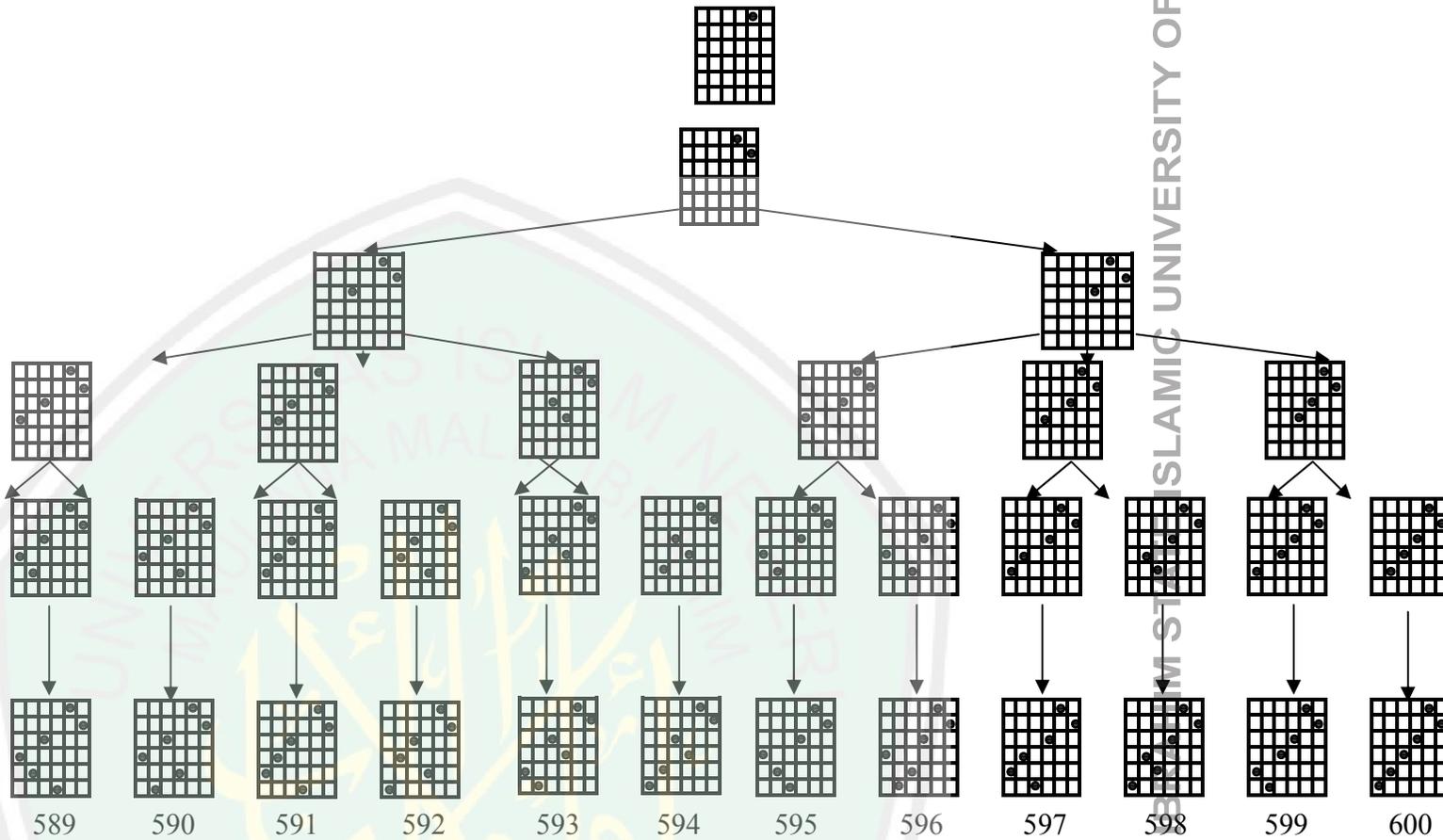
Gambar 3.60 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15



Gambar 3.61 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15

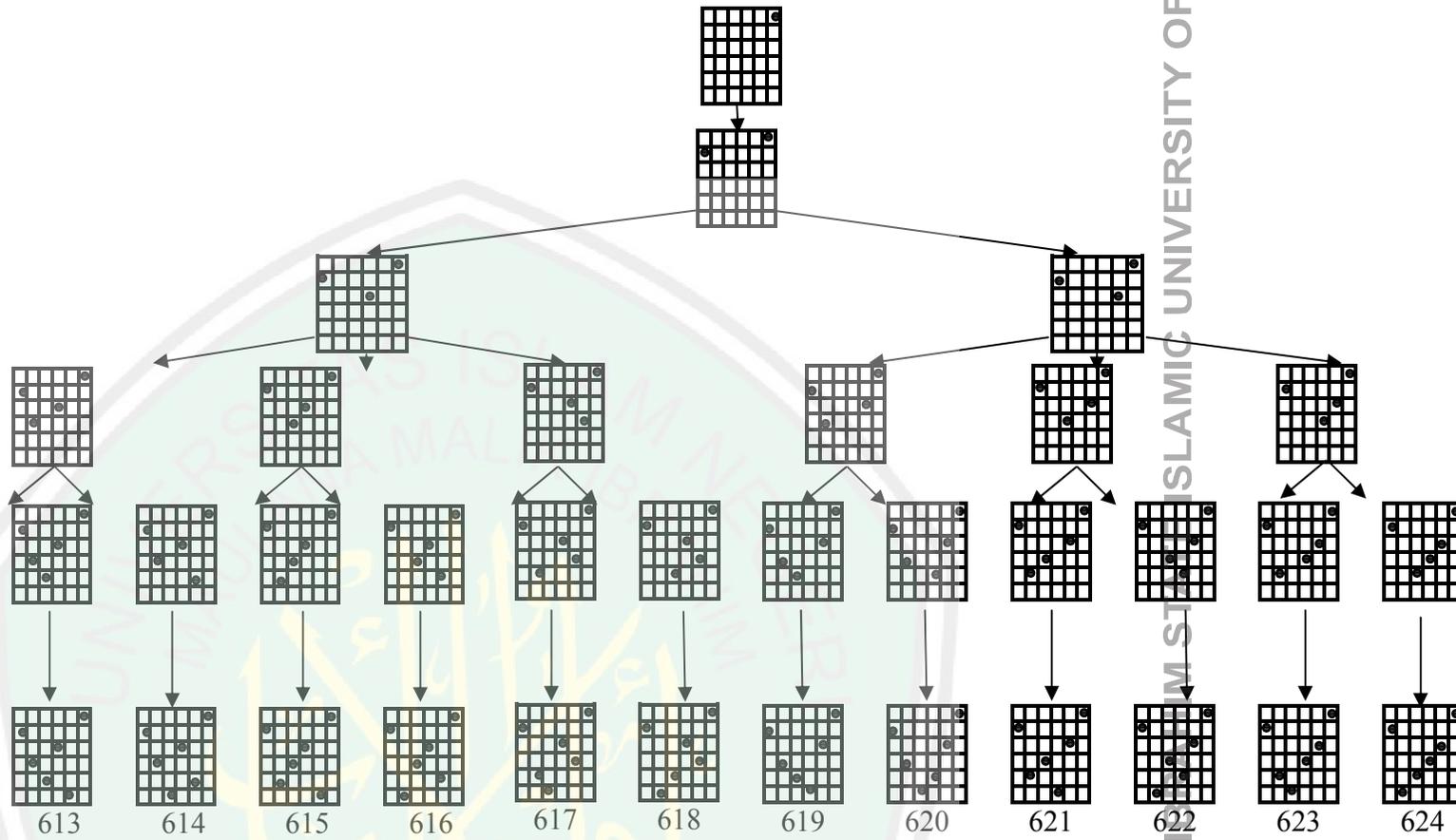


Gambar 3.62 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15

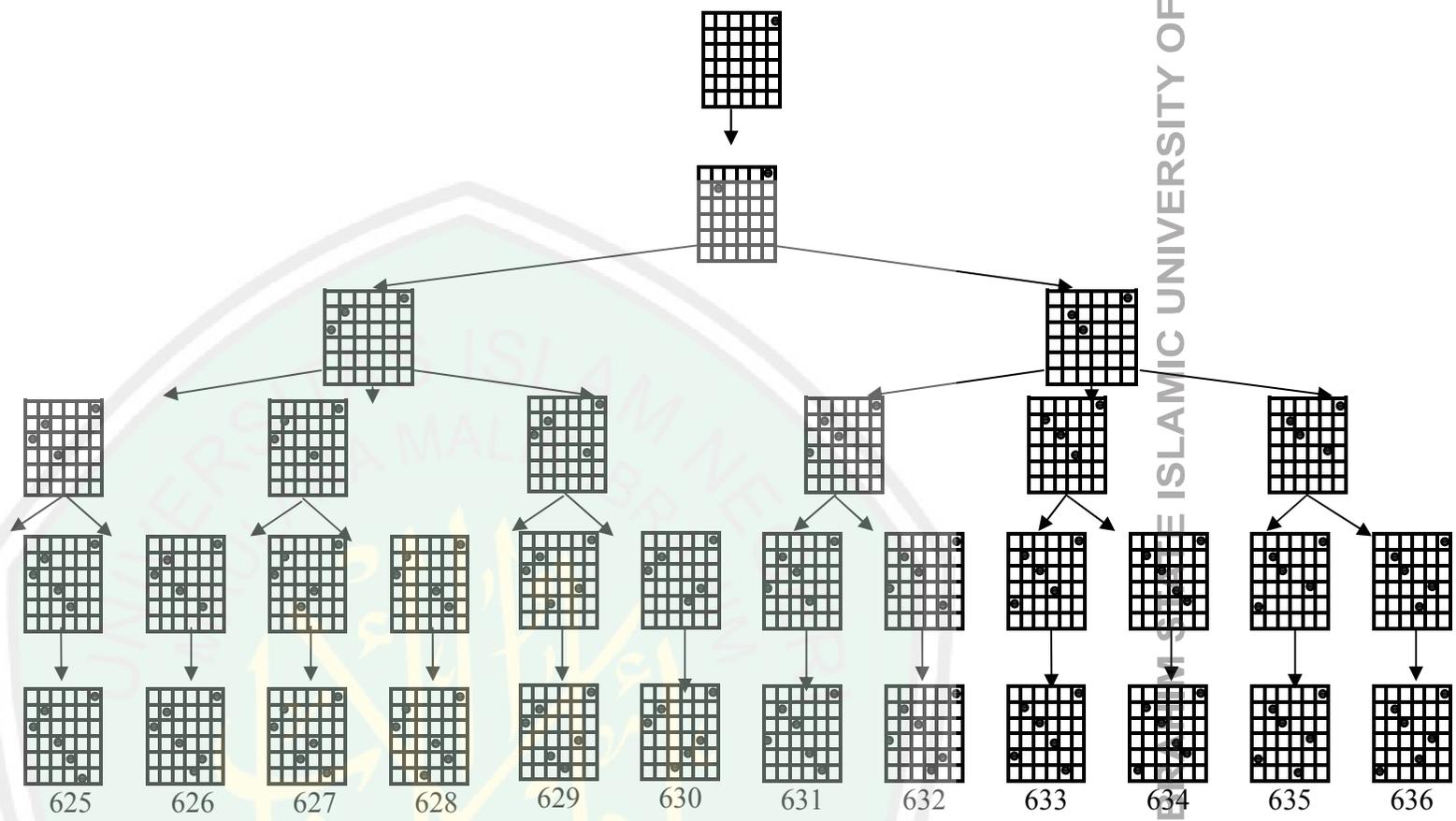


Gambar 3.63 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A15

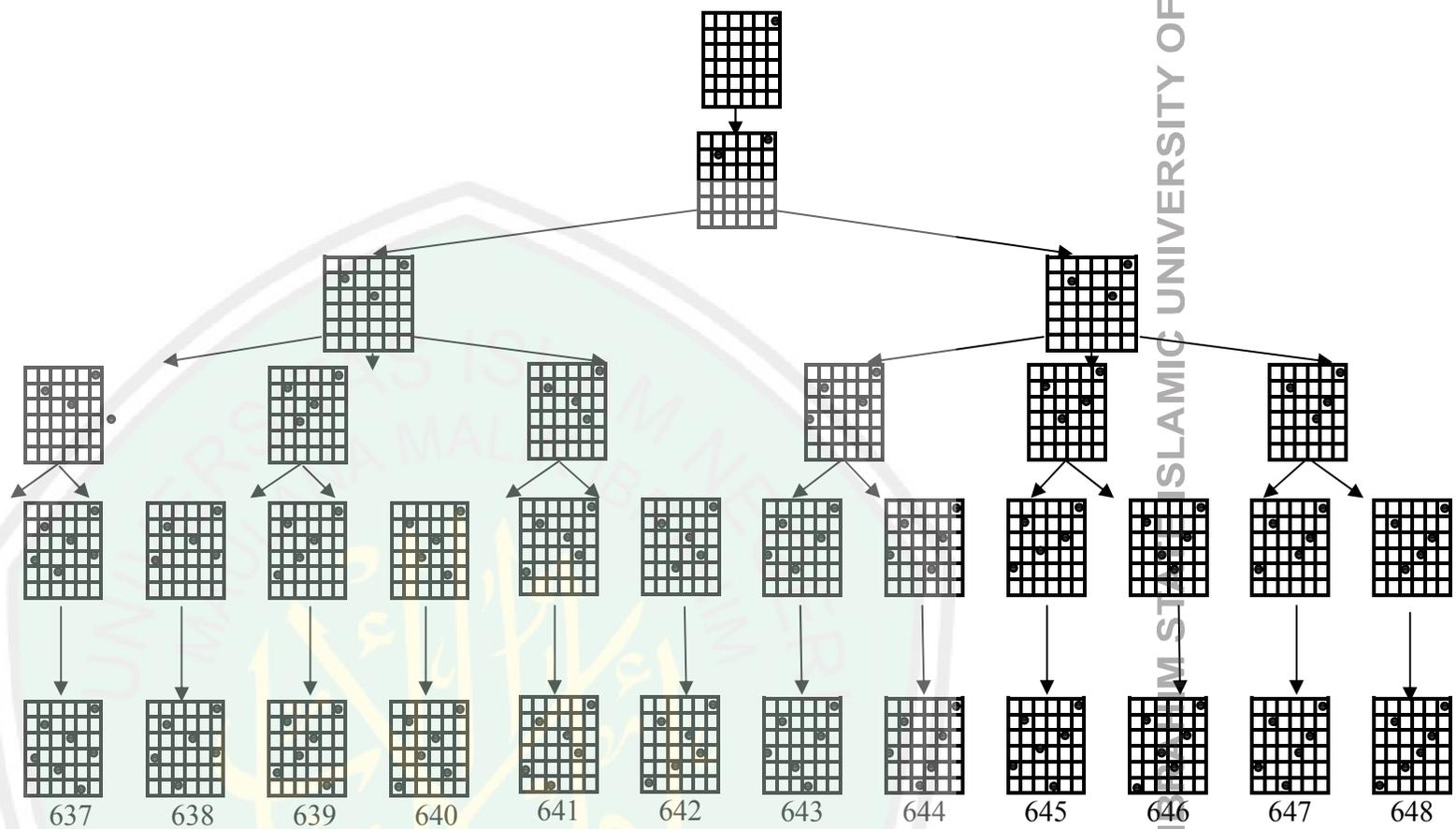




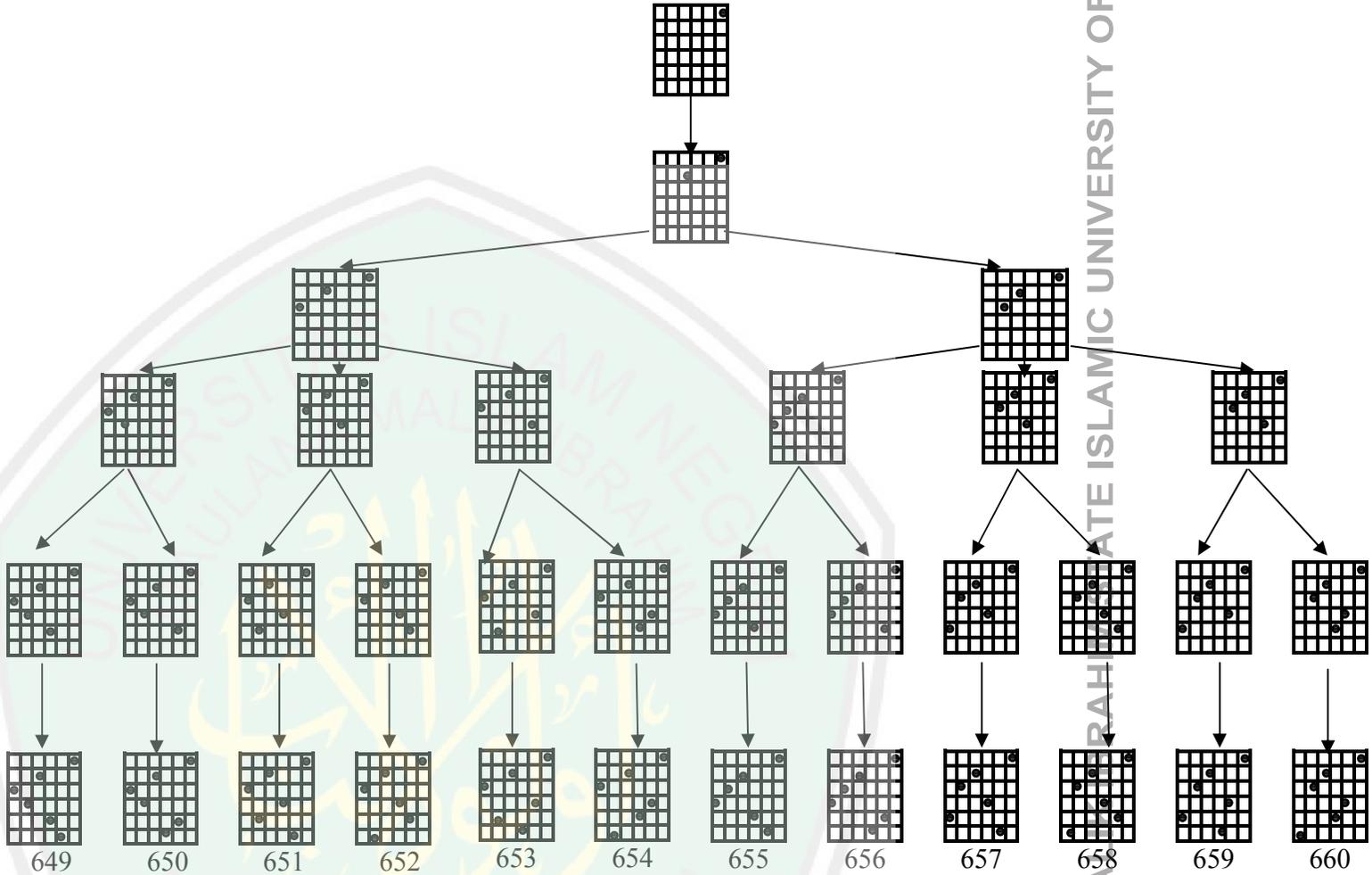
Gambar 3.65 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A16



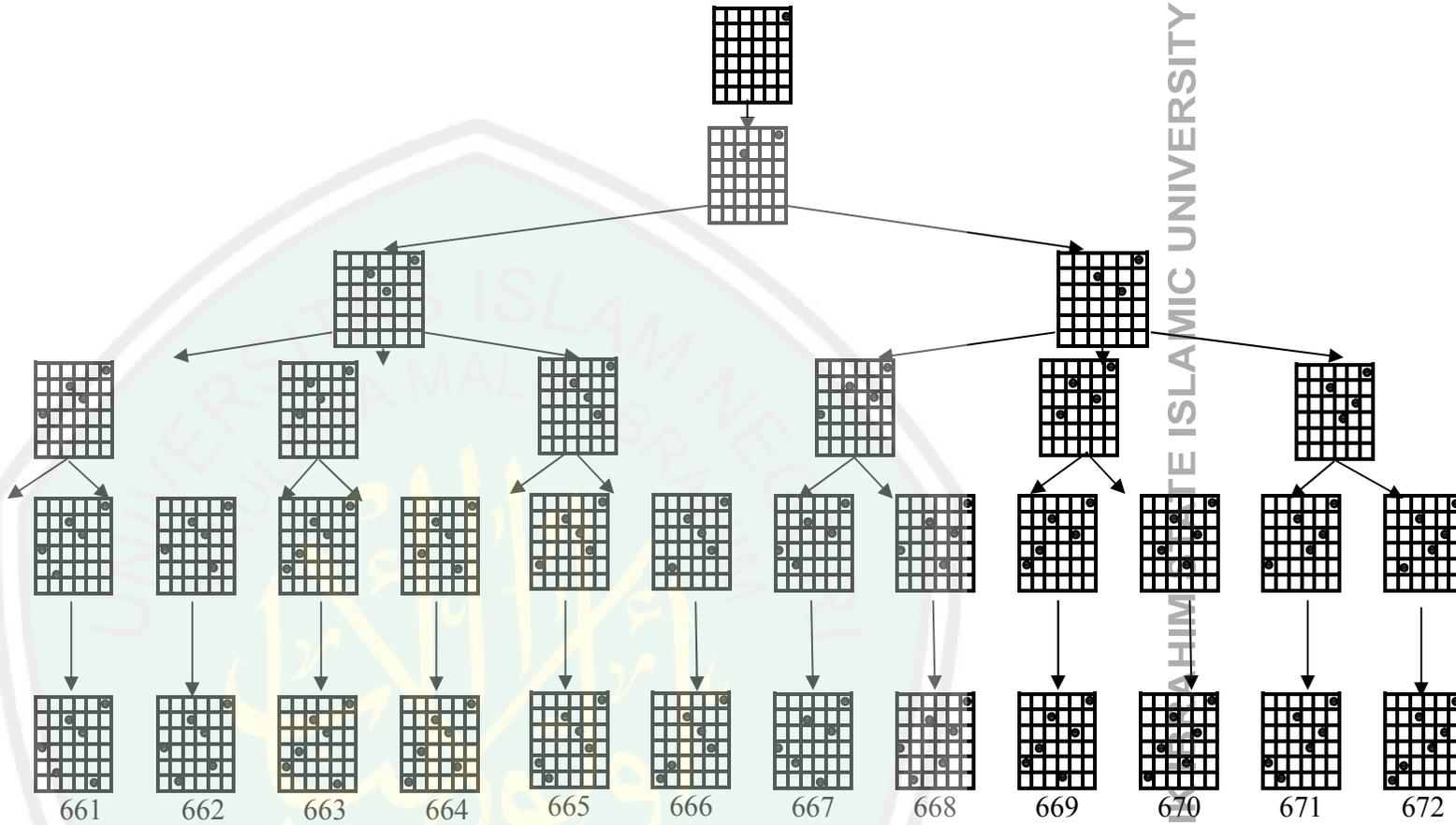
Gambar 3.66 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A16



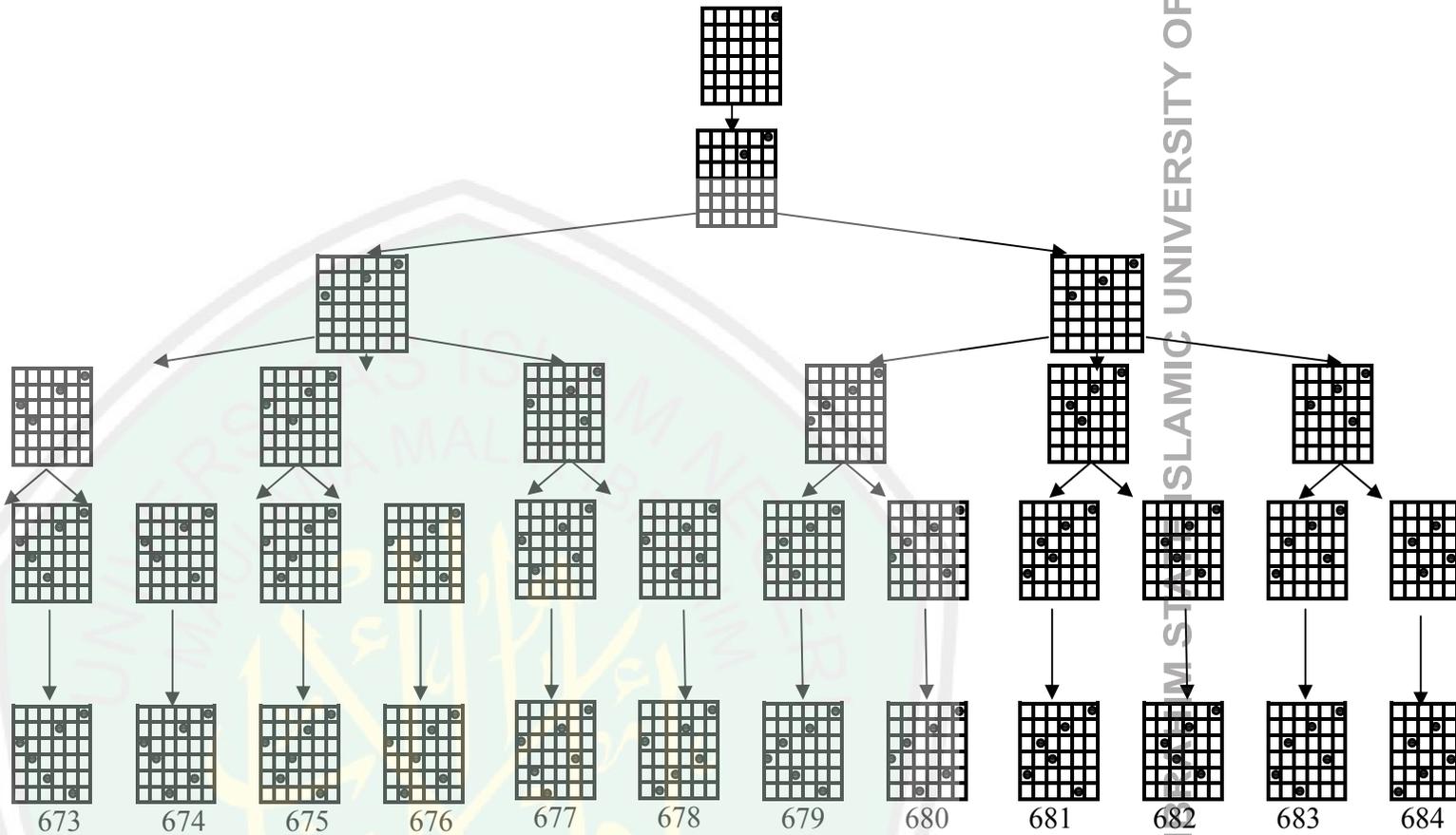
Gambar 3.67 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A16



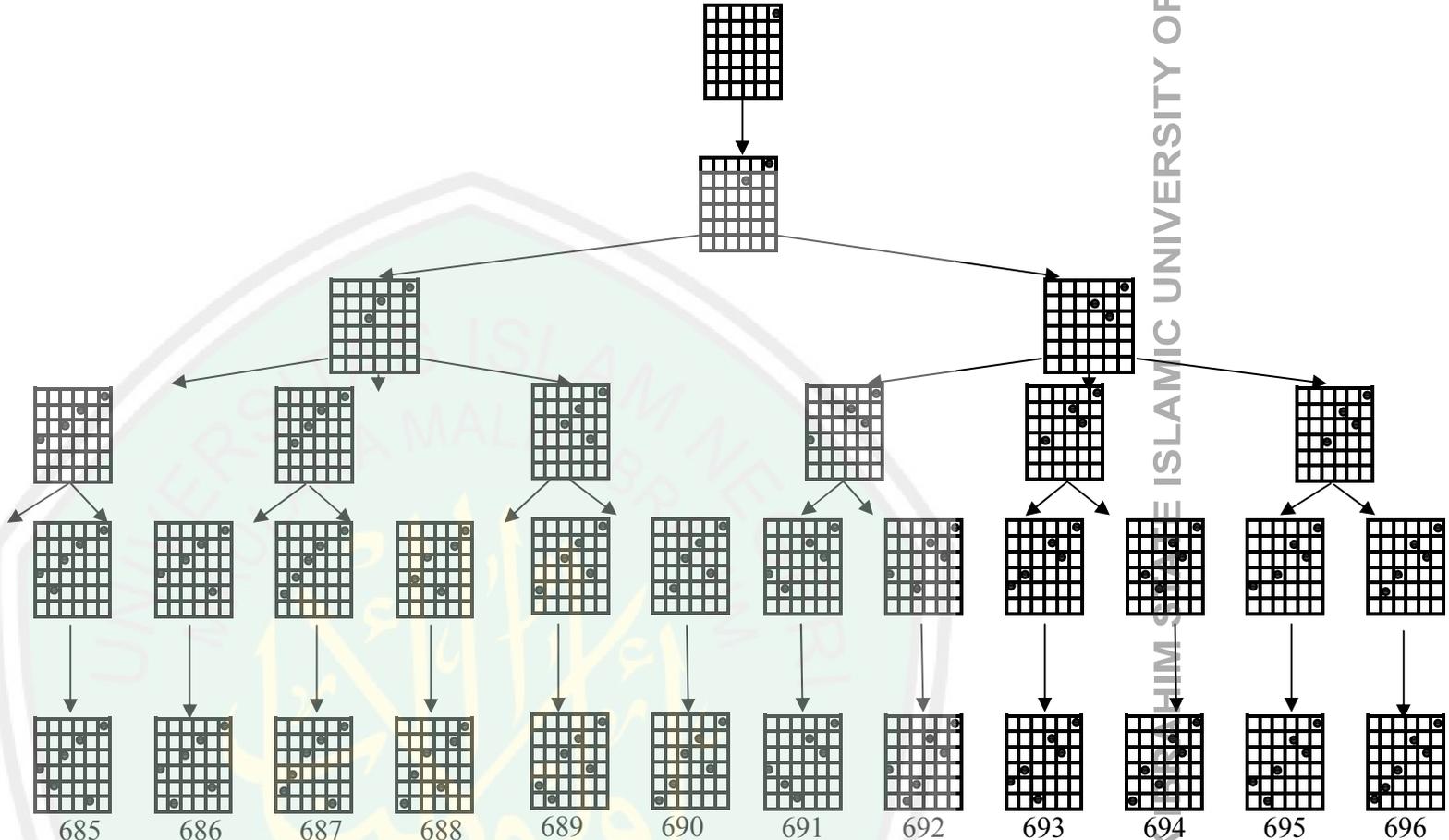
Gambar 3.68 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A16



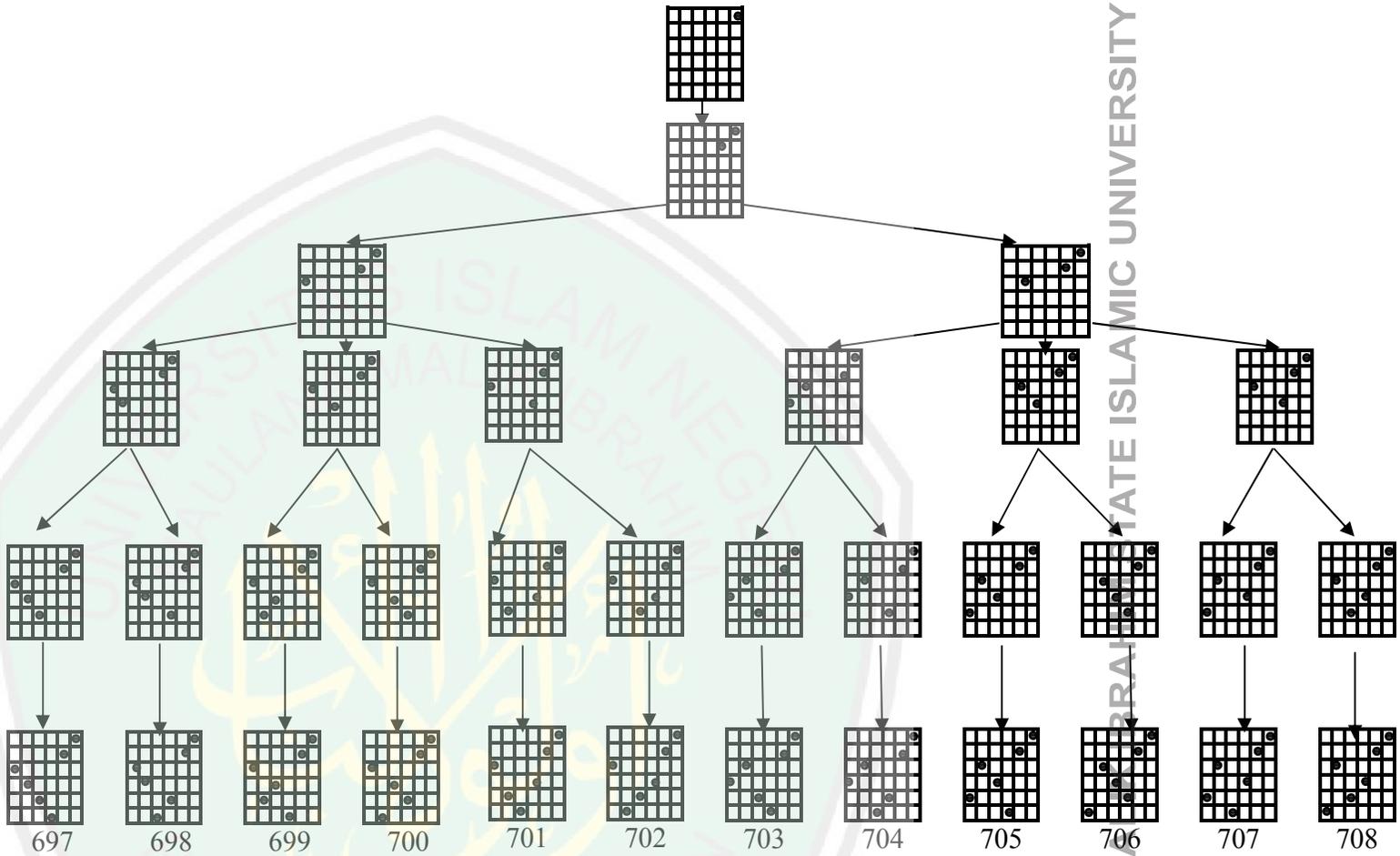
Gambar 3.69 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A16



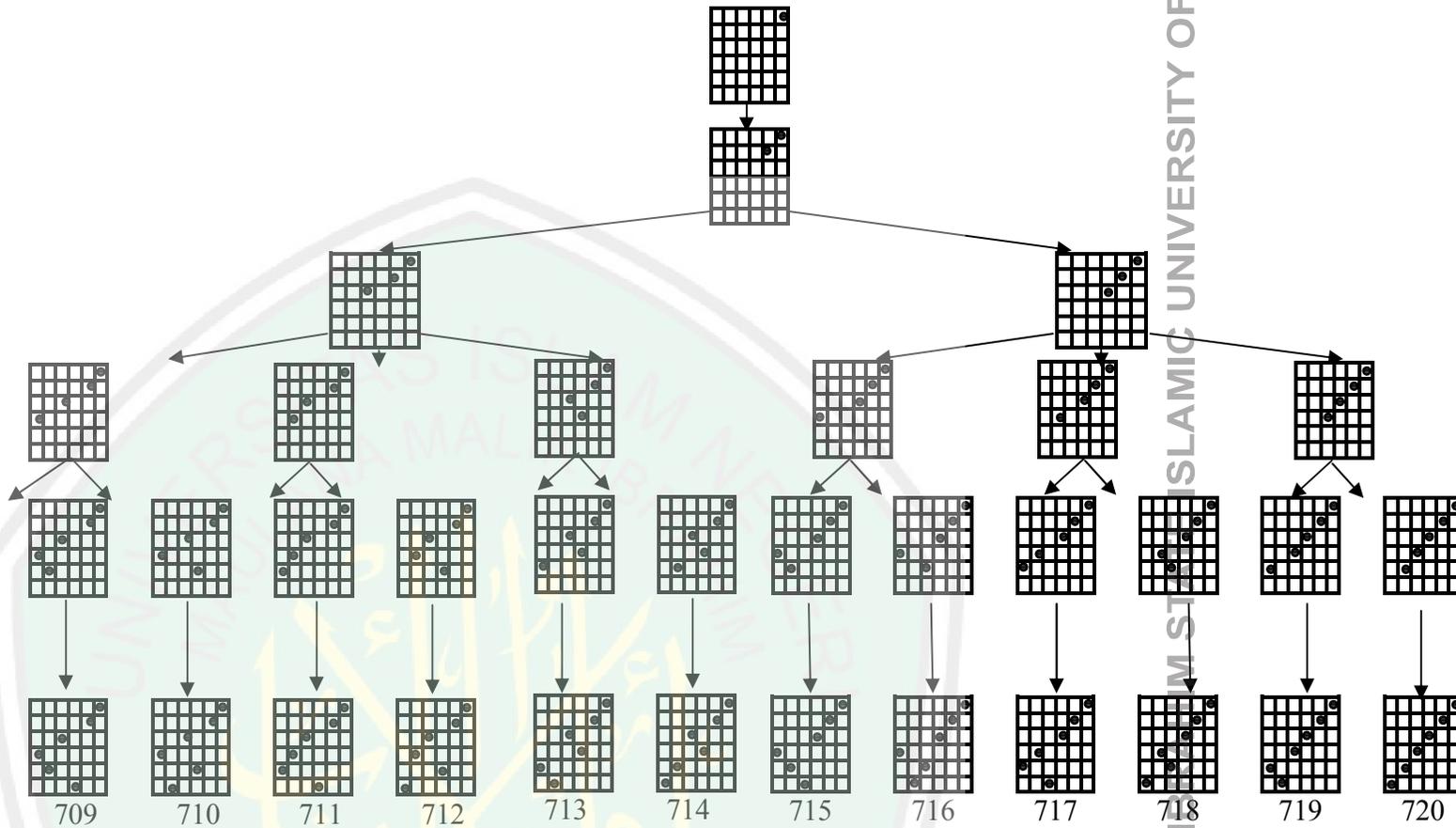
Gambar 3.70 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A16



Gambar 3.71 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A16



Gambar 3.72 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A16



Gambar 3.73 proses backtracking papan catur 6x6 yang ditempatkan pada A16