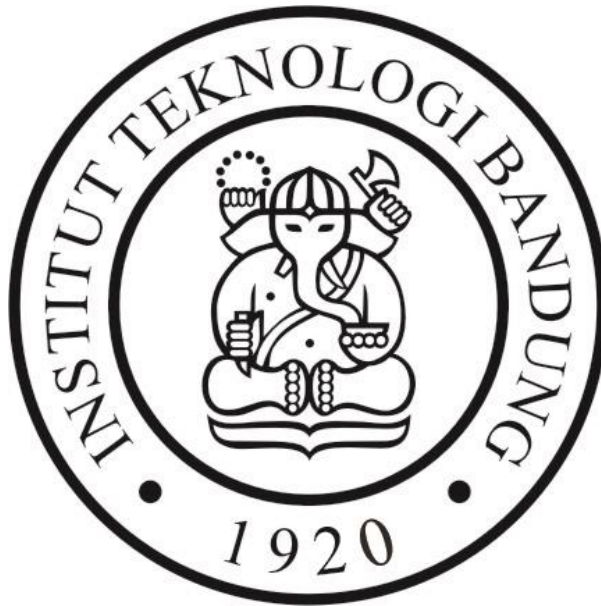


Laporan Tugas Besar TBFO I

Tic-Tac-Toe

Disusun untuk memenuhi tugas mata kuliah

IF2220 Teori Bahasa Formal dan Automata pada Semester I 2018/2019



Disusun oleh :

Nama : Steve Andreas Immanuel

NIM : 13517039

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
BANDUNG
2018**

Kata Pengantar

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah membimbing penulis dalam pembuatan laporan ini sehingga penulis dapat menyelesaikannya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan asisten-asisten yang terlibat yang telah memberikan tugas ini sehingga penulis dapat lebih paham mengenai konsep *finite automata*.

Adapun tujuan pembuatan laporan ini adalah untuk memenuhi spesifikasi tugas besar I IF2220 Teori Bahasa Formal dan Automata. Laporan ini berisi dokumentasi dari program *tic-tac-toe* yang memanfaatkan *DFA*.

Penulis memohon maaf apabila dalam penulisan laporan ini terdapat beberapa kesalahan. Penulis juga berharap supaya laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca sehingga pembaca dapat lebih paham mengenai *finite automata*.

Daftar Isi

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Deskripsi Persoalan	1
Notasi Lengkap <i>DFA</i> yang Digunakan	2
Penjelasan State dan Aksi	12
Konsep dan Penjelasan <i>State</i>	12
Implementasi <i>DFA</i> pada Program.....	12
<i>Source Code</i> Program	14
Contoh Input Output Program.....	40
Daftar Pustaka	44

Deskripsi Persoalan

Tic-tac-toe adalah suatu permainan dua orang, di mana tiap orang dapat membuat tanda X dan O di sebuah petak berukuran 3x3 secara bergantian. Tujuan dari permainan ini adalah membuat tiga tanda secara berurutan pada satu baris, kolom, atau diagonal. Orang pertama yang berhasil mencapai keadaan tersebut akan menjadi pemenangnya.

Pada tugas besar ini, *tic-tac-toe* dimainkan secara bergantian antara *user* dan komputer dengan memanfaatkan *Finite Automata*. *Finite Automata* yang digunakan adalah berupa *Deterministic Finite Automata*, yang berarti untuk setiap *state*, harus ada transisi ke *state* yang lain atau dirinya sendiri ketika diberikan suatu simbol.

DFA disusun dengan memperhatikan semua kemungkinan langkah *user* yang mungkin dan mencari alternatif untuk mengantisipasi langkah yang dilakukan *user* tersebut. Oleh karena itu, untuk semua keadaan, komputer (dengan memanfaatkan *DFA*) akan dapat setidaknya seri ataupun menang ketika melawan *user*.

Notasi Lengkap *DFA* yang Digunakan

Pada program yang dibuat, digunakan *DFA* yang memiliki total 269 *states* yang berisikan semua kemungkinan gerakan yang dilakukan *user* dan cara komputer mengantisipasinya. Di antara 269 *states* tersebut, terdapat dua *start states* dan 198 *final states*. Komponen lengkap dari *DFA* yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. *States*, terdapat total 269 *states* digabung untuk kasus *user* bergerak setelah komputer dan kasus *user* bergerak pertama.
2. *Start states* : ----O----n, untuk kasus *user* bergerak setelah komputer.
O---X----n, untuk kasus *user* bergerak pertama.
3. Alfabet : { 1,2,3,4,5,6,7,8,9 }.
4. Fungsi transisi, seperti yang terdapat pada Tabel 1.
5. *Final states*, terdapat total 198 *final states* {XXO-O-O—w, ..., XXXXOOOXOd}.

Tabel 1 Tabel Transisi *DFA*

<i>States</i>	<i>Symbols</i>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
=> ----O----n	X---O---On	-X--O-O--n	--X-O-O--n	---XO---On	----O----n	O---OX---n	--O-O-X--n	--O-O--X--n	O---O---Xn
-X--O-O--n	XXO-O-O--w	-X--O-O--n	OXX-O-O--n	-XOXO-O--w	-X--O-O--n	-XO-OXO--w	-X--O-O--n	-XO-O-OX--w	-XO-O-O-Xw
OXX-O-O--n	OXX-O-O--n	OXX-O-O--n	OXX-O-O--n	OXXXO-O-Ow	OXX-O-O--n	OXXOOXO--w	OXX-O-O--n	OXXOO-OX--w	OXXOO-O-Xw
X---O---On	X---O---On	XXO-O---On	XOX-O---On	X--XO-O-On	X---O---On	X---OXO-On	X--OO-X-On	X-O-O--XOn	X---O---On
XXO-O---On	XXO-O---On	XXO-O---On	XXO-O---On	XXOXOO--Ow	XXO-O---On	XXO-OXO-Ow	XXO-OOX-Ow	XXO-O-OXOw	XXO-O---On
X--XO-O-On	X--XO-O-On	XXOXO-O-Ow	X-XXO-OOOw	X--XO-O-On	X--XO-O-On	X-OXOXO-Ow	X--XO-O-On	X-OXO-OXOw	X--XO-O-On
X---OXO-On	X---OXO-On	XXO-OXO-Ow	X-O-XXOOOw	X--XOXOOOw	X---OXO-On	X---OXO-On	X---OXO-On	X-O-OXOXOw	X---OXO-On
X-O-O--XOn	X-O-O--XOn	XXO-O-OXOw	X-O-O--XOn	X-OXOO-XOw	X-O-O--XOn	X-O-OXOXOw	X-O-OOXOXOw	X-O-O--XOn	X-O-O--XOn
XOX-O---On	XOX-O---On	XOX-O---On	XOX-O---On	XOXXO--OOw	XOX-O---On	XOX-OX--OOw	XOX-O-XOOw	XOXOO--XOn	XOX-O---On
XOXOO--XOn	XOXOO--XOn	XOXOO--XOn	XOXOO--XOn	XOXOO--XOn	XOXOO--XOn	XOXOOXOXOd	XOXOOOXOw	XOXOO--XOn	XOXOO--XOn
X--OO-X-On	X--OO-X-On	XXOOO-X-Ow	X-XOOOX-Ow	X--OO-X-On	X--OO-X-On	XO-OOX-X-On	X--OO-X-On	X--OOOXOw	X--OO-X-On
XO-OOX-X-On	XO-OOX-X-On	XO-OOX-X-On	XOXOOXOOw	XO-OOX-X-On	XO-OOX-X-On	XO-OOX-X-On	XO-OOX-X-On	XOOOOXXXOd	XO-OOX-X-On
O---OX---n	O---OX---n	OX--OX--Ow	O-X-OX--Ow	O--XOX--Ow	O---OX---n	O---OX---n	O---OX--Ow	O---OX--XOw	O-O-OX--Xn
O-O-OX--Xn	O-O-OX--Xn	OXO-OXO-Xw	O-O-OX--Xn	OOOXOX--Xw	O-O-OX--Xn	O-O-OX--Xn	OOO-OXX-Xw	OOO-OX--XXw	O-O-OX--Xn
--X-O-O--n	XOX-O-O--n	OXX-O-O--n	--X-O-O--n	--XXO-O-On	--X-O-O--n	--X-OXO-On	--X-O-O--n	O-X-O-OX-n	--X-OOO-Xn

--X-OXO-On	X-X- OXOOOw	--XX- OXOOOw	--X-OXO-On	O- XXOXO- Ow	--X-OXO-On	--X-OXO-On	--X-OXO-On	O-X- OXOXOw	--X-OXO-On
O-X-O- OX-n	O-X-O- OX-n	OXOO- OX-w	O-X-O- OX-n	O-XXO- OXOw	O-X-O- OX-n	O-X- OXOXOw	O-X-O- OX-n	O-X-O- OX-n	O-XXO- OXw
--XXO-O- On	X-XXO- OOOw	-XXXO- OOOw	--XXO-O- On	--XXO-O- On	--XXO-O- On	O- XXOXO- Ow	--XXO-O- On	O-XXO- OXOw	--XXO-O- On
--X-OOO-Xn	X- XOOOO- Xw	- XXOOOO -Xw	--X-OOO-Xn	- OXXOOO -Xn	--X-OOO-Xn	--X-OOO-Xn	--X-OOO-Xn	-- XOOOOX Xw	--X-OOO-Xn
OXXOOO- Xn	XOXXOO OOXw	- OXXOOO -Xn	- OXXOOO -Xn	- OXXOOO -Xn	- OXXOOO -Xn	- OXXOOO -Xn	- OXXOOO -Xn	OXXOOO OXXd	- OXXOOO -Xn
XOX-O-O- -n	XOX-O- O--n	XOX-O- O--n	XOX-O- O--n	XOXXO- OO-w	XOX-O- O--n	XOX- OXO-Ow	XOX-O- O--n	XOX- OOOX-n	XOX-O- OOXw
XOX- OOOX-n	XOX- OOOX-n	XOX- OOOX-n	XOX- OOOX-n	XOXXOO OXOd	XOX- OOOX-n	XOX- OOOX-n	XOX- OOOX-n	XOX- OOOX-n	XOXXOO OXw
--O-O-X-n	X-O-O- OX-w	-XO-O- OX-w	--O-O-X- n	--OXO- OX-w	--O-O-X- n	--O- OXOX-w	--O-O- XXOn	--O-O-X- n	--O-O- OXw
--O-O- XXOn	X-O- OOXXOw	-XO- OOXXOw	--O-O- XXOn	-- OXOOXX Ow	--O-O- XXOn	O-O- OXXXOw	--O-O- XXOn	--O-O- XXOn	--O-O- XXOn
O--O--Xn	O--O-- Xn	OX--O-O- Xn	O-X-OO-- Xn	O-OXO-- Xn	O--O-- Xn	O-O-OX-- Xn	O--O- XOXn	O--O- OXXn	O--O-- Xn
O--O- OXXn	O--O- OXXn	OXO-O- OXXw	O-XOO- OXXw	O-OXO- OXXw	O--O- OXXn	O-- OOXOXX w	O--O- OXXn	O--O- OXXn	O--O- OXXn
O-OXO-- Xn	O-OXO-- Xn	OXOXO- O-Xw	O-OXO-- Xn	O-OXO-- Xn	O-OXO-- Xn	OOOXOX --Xw	OOOXO- X-Xw	O-OXO- OXXw	O-OXO-- Xn
OX--O-O- Xn	OX--O-O- Xn	OX--O-O- Xn	OXXOO- O-Xw	OXOXO- O-Xw	OX--O-O- Xn	OX- OOXO- Xw	OX--O-O- Xn	OXO-O- OXXw	OX--O-O- Xn
O--O- XOXn	O--O- XOXn	OX-- OOXOXn	OOX-O- XOXw	OO-XO- XOXw	O--O- XOXn	OO-- OXXOXw	O--O- XOXn	O--O- XOXn	O--O- XOXn
OX-- OOXOXn	OX-- OOXOXn	OX-- OOXOXn	OXXOOO XOXw	OXOXOO XOXd	OX-- OOXOXn	OX-- OOXOXn	OX-- OOXOXn	OX-- OOXOXn	OX-- OOXOXn
O-X-OO-- Xn	O-X-OO-- Xn	OXXOOO --Xw	O-X-OO-- Xn	O-XXOO- OXn	O-X-OO-- Xn	O-X-OO-- Xn	O- XOOOX- Xw	O-X- OOOXXw	O-X-OO-- Xn
O-XXOO- OXn	O-XXOO- OXn	OXXXOO OOXd	O-XXOO- OXn	O-XXOO- OXn	O-XXOO- OXn	O-XXOO- OXn	OXXOOO XOXw	O-XXOO- OXn	O-XXOO- OXn
--XO--On	X--XO-O- On	OX-XO-- Ow	O-XXO-- Ow	--XO-- On	--XO-- On	O--XOX-- Ow	O--XO-X- Ow	O--XO-- XOw	--XO-- On
--O-O-X--n	X-OOO- X--n	-XO-O-X- On	--O-O-X-- n	O-OXO- X--n	--O-O-X-- n	O-O- OXX--n	--O-O-X-- n	--O-O- XXOn	--O-O- XOXn
O-OXO-X- -n	O-OXO- X--n	OXOXO- X-Ow	O-OXO- X--n	O-OXO- X--n	O-OXO- X--n	O- OXOXX- Ow	O-OXO- X--n	OOOXO- XX-w	OOOXO- X-Xw
-XO-O-X- On	XXO- OOX-Ow	-XO-O-X- On	-XO-O-X- On	OXOXO- X-Ow	-XO-O-X- On	OXO- OXX-Ow	-XO-O-X- On	-XO- OOXXOw	-XO-O-X- On
O-O-OXX- -n	O-O- OXX--n	OXO- OXX-Ow	O-O- OXX--n	O- OXOXX- Ow	O-O- OXX--n	O-O- OXX--n	O-O- OXX--n	OOO- OXXX-w	OOO- OXX-Xw
X-OOO-X- -n	X-OOO- X--n	XXOOOO X--w	X-OOO- X--n	X-OOO- X--n	X-OOO- X--n	X- OOOXXO -n	X-OOO- X--n	X- OOOXX -w	X- OOOXX- Xw
X- OOOXXO- n	X- OOOXXO -n	XXOOOX XOOd	X- OOOXXO -n	X- OOOXXO -n	X- OOOXXO -n	X- OOOXXO -n	X- OOOXXO -n	X- OOOXXO -n	XXOOOX XOXw
--O-O- XOXn	XOO-O- XOXw	-XOOO- XOXn	--O-O- XOXn	O-OXO- XOXw	--O-O- XOXn	-OO- OXXOXw	--O-O- XOXn	--O-O- XOXn	--O-O- XOXn
-XOOO- XOXn	XXOOOO XOXw	-XOOO- XOXn	-XOOO- XOXn	-XOOO- XOXn	-XOOO- XOXn	OXOOOX XOXd	-XOOO- XOXn	-XOOO- XOXn	-XOOO- XOXn
=>O--X-- -n	O--X----n	OX-X-- O-n	O-X-X-O- -n	O--XXO-- -n	O--X----n	O--OXX-- -n	O-O-X-X- -n	OO--X-- X-n	O-O-X-- Xn
OX--X-O- n	OX--X-- O-n	OX--X-- O-n	OXX-X- OO-n	OX-XXO- O-n	OX--X-- O-n	OX-OXX- O-n	OXO-X- XO-n	OX--X-- O-n	OX--X- OOXn

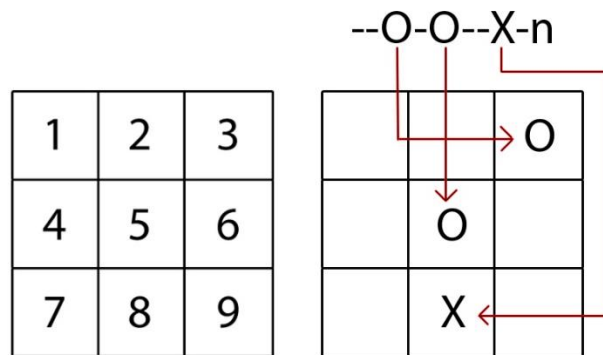
OX-XXO- O-n	OX-XXO- O-n	OX-XXO- O-n	OXXXO OO-n	OX-XXO- O-n	OX-XXO- O-n	OX-XXO- O-n	OXOXXO XO-n	OX-XXO- O-n	OXOXXO -OXn
OXXXO OO-n	OXXXO OO-n	OXXXO OO-n	OXXXO OO-n	OXXXO OO-n	OXXXO OO-n	OXXXO OO-n	OXXXO OO-n	OXXXO OO-n	OXXXO OOXd
OXOXXO XO-n	OXOXXO XO-n	OXOXXO XO-n	OXOXXO XO-n	OXOXXO XO-n	OXOXXO XO-n	OXOXXO XO-n	OXOXXO XO-n	OXOXXO XO-n	OXOXXO XOXd
OXOXXO- OXn	OXOXXO -OXn	OXOXXO -OXn	OXOXXO -OXn	OXOXXO -OXn	OXOXXO -OXn	OXOXXO -OXn	OXOXXO XOXd	OXOXXO -OXn	OXOXXO -OXn
OX-OXX- O-n	OX-OXX- O-n	OX-OXX- O-n	OXOXX OO-w	OX-OXX- O-n	OX-OXX- O-n	OX-OXX- O-n	OXOXX XO-n	OX-OXX- O-n	OX- OXOXX w
OXOXX XO-n	OXOXX XO-n	OXOXX XO-n	OXOXX XO-n	OXOXX XO-n	OXOXX XO-n	OXOXX XO-n	OXOXX XO-n	OXOXX XO-n	OXOXX XOXd
OXX-X- OO-n	OXX-X- OO-n	OXX-X- OO-n	OXX-X- OO-n	OXXX- OOw	OXX-X- OO-n	OXXOXX OO-w	OXX-X- OO-n	OXX-X- OO-n	OXXO- OOXw
OXO-X- XO-n	OXO-X- XO-n	OXO-X- XO-n	OXO-X- XO-n	OXOXXO XO-n	OXO-X- XO-n	OXOXX XO-n	OXO-X- XO-n	OXO-X- XO-n	OXOXX- XOXn
OXOXX- XOXn	OXOXX- XOXn	OXOXX- XOXn	OXOXX- XOXn	OXOXX- XOXn	OXOXX- XOXn	OXOXX- XOXd	OXOXX- XOXn	OXOXX- XOXn	OXOXX- XOXn
OX-X- OOXn	OX-X- OOXn	OX-X- OOXn	OXOXX OOXw	OX- XXOXX n	OX-X- OOXn	OX-OX- OOXw	OX-X- OOXn	OX-X- OOXn	OX-X- OOXn
OX- XXOXX n	OX- XXOXX n	OX- XXOXX n	OXXXO OOXd	OX- XXOXX n	OX- XXOXX n	OX- XXOXX n	OX- XXOXX n	OX- XXOXX n	OX- XXOXX n
O--XXO--- n	O--XXO-- -n	OX-XXO- O-n	O- XXXOO-- n	O--XXO-- -n	O--XXO-- -n	O--XXO-- -n	O- OXXOX-- n	OO-XXO- X-n	O-OXXO- -Xn
OO-XXO- X-n	OO-XXO- X-n	OO-XXO- X-n	OOXXO OX-n	OO-XXO- X-n	OO-XXO- X-n	OO-XXO- X-n	OOOXXO XX-w	OO-XXO- X-n	OOOXXO -XXw
OOXXO OX-n	OOXXO OX-n	OOXXO OX-n	OOXXO OX-n	OOXXO OX-n	OOXXO OX-n	OOXXO OX-n	OOXXO OX-n	OOXXO OX-n	OOXXO OXXd
O- XXXOO-- n	O- XXXOO-- n	OXXXO OO-n	O- XXXOO-- n	O- XXXOO-- n	O- XXXOO-- n	O- XXXOO-- n	O- XXXOO-- n	OOXXO OX-n	OOXXO O-Xn
OOXXO O-Xn	OOXXO O-Xn	OOXXO O-Xn	OOXXO O-Xn	OOXXO O-Xn	OOXXO O-Xn	OOXXO O-Xn	OOXXO O-Xn	OOXXO OXXd	OOXXO O-Xn
O- OXXOX-- n	O- OXXOX-- n	OXOXXO X-Ow	O- OXXOX-- n	O- OXXOX-- n	O- OXXOX-- n	O- OXXOX-- n	O- OXXOX-- n	O- OXXOX Ow	OOXXO X-Xw
O-OXXO-- Xn	O-OXXO- -Xn	OXOXXO O-Xn	O-OXXO- -Xn	O-OXXO- -Xn	O-OXXO- -Xn	O-OXXO- -Xn	OOOXXO X-Xw	OOOXXO -XXw	O-OXXO- -Xn
OXOXXO O-Xn	OXOXXO O-Xn	OXOXXO O-Xn	OXOXXO O-Xn	OXOXXO O-Xn	OXOXXO O-Xn	OXOXXO O-Xn	OXOXXO O-Xn	OXOXXO OXn	OXOXXO O-Xn
O--OXX--- n	O--OXX-- -n	OX- OXXO--w	O- XOXXO-- w	O--OXX-- -n	O--OXX-- -n	O--OXX-- -n	O- OXXOX-- n	O- OXXOX- w	O-- OXXO- Xw
O- OOXXX-- n	O- OOXXX-- n	OXOXX XO-n	O- OOXXX-- n	O- OOXXX-- n	O- OOXXX-- n	O- OOXXX-- n	O- OOXXX-- n	OOOXX XX-w	OOOXX X-Xw
OO--X--X- n	OO--X-- X-n	OO--X-- X-n	OOX-X- OX-n	OOOXX-- X-w	OO--X-- X-n	OOO-XX- X-w	OOO-X- XX-w	OO--X-- X-n	OOO-X-- XXw
OOX-X- OX-n	OOX-X- OX-n	OOX-X- OX-n	OOX-X- OX-n	OOXXO OX-n	OOX-X- OX-n	OOXOXX OX-w	OOX-X- OX-n	OOX-X- OX-n	OOXO- OXw
O-X-X-O-- n	O-X-X-O- -n	O-XOX- O--w	O-X-X-O- -n	O- XXXOO-- n	O-X-X-O- -n	O- XOXXO-- w	O-X-X-O- -n	O-XOX- OX-w	O-XOX- O-Xw
O-O-X-X-- n	O-O-X-X- -n	OXO-X- XO-n	O-O-X-X- -n	OOOXX- X-w	O-O-X-X- -n	OOO- XXX--w	O-O-X-X- -n	OOO-X- XX-w	OOO-X- X-Xw
O-O-X--- Xn	O-O-X--- Xn	OXO-X-- OXn	O-O-X--- Xn	OOOXX-- -Xw	O-O-X--- Xn	OOO-XX- -Xw	OOO-X- X-Xw	OOO-X-- XXw	O-O-X--- Xn
OXO-X-- OXn	OXO-X-- OXn	OXO-X-- OXn	OXO-X-- OXn	OXOXXO -OXn	OXO-X-- OXn	OXOXX -OXn	OXOXX- XOXn	OXO-X-- OXn	OXO-X-- OXn
OXOXX- OXn	OXOXX- OXn	OXOXX- OXn	OXOXX- OXn	OXOXX -OXn	OXOXX -OXn	OXOXX -OXn	OXOXX XOXd	OXOXX -OXn	OXOXX -OXn
*XXO-O- O--w	XXO-O- O--w	XXO-O- O--w	XXO-O- O--w	XXO-O- O--w	XXO-O- O--w	XXO-O- O--w	XXO-O- O--w	XXO-O- O--w	XXO-O- O--w

*OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX
X-XXw	-XXw	-XXw	-XXw	-XXw	-XXw	-XXw	-XXw	-XXw	-XXw
*OXOOX	OXOOXX	OXOOXX	OXOOXX	OXOOXX	OXOOXX	OXOOXX	OXOOXX	OXOOXX	OXOOXX
XO-Xw	O-Xw	O-Xw	O-Xw	O-Xw	O-Xw	O-Xw	O-Xw	O-Xw	O-Xw
*OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX	OOOXX
XX--w	X--w	X--w	X--w	X--w	X--w	X--w	X--w	X--w	X--w
*XXOXX	XXOXXO	XXOXXO	XXOXXO	XXOXXO	XXOXXO	XXOXXO	XXOXXO	XXOXXO	XXOXXO
O-OOw	-OOw	-OOw	-OOw	-OOw	-OOw	-OOw	-OOw	-OOw	-OOw
*XXO-	XXO-	XXO-	XXO-	XXO-	XXO-	XXO-	XXO-	XXO-	XXO-
XXOOOw	XXOOOw	XXOOOw	XXOOOw	XXOOOw	XXOOOw	XXOOOw	XXOOOw	XXOOOw	XXOOOw
*XXOXX-	XXOXX-	XXOXX-	XXOXX-	XXOXX-	XXOXX-	XXOXX-	XXOXX-	XXOXX-	XXOXX-
OOOw	OOOw	OOOw	OOOw	OOOw	OOOw	OOOw	OOOw	OOOw	OOOw
*OOO-X---	OOO-X---	OOO-X---	OOO-X---	OOO-X---	OOO-X---	OOO-X---	OOO-X---	OOO-X---	OOO-X---
Xw	Xw	Xw	Xw	Xw	Xw	Xw	Xw	Xw	Xw
*XXO-	XXO-XO-	XXO-XO-	XXO-XO-	XXO-XO-	XXO-XO-	XXO-XO-	XXO-XO-	XXO-XO-	XXO-XO-
XO-Ow	-Ow	-Ow	-Ow	-Ow	-Ow	-Ow	-Ow	-Ow	-Ow
*X-O-XO-	X-O-XO-	X-O-XO-	X-O-XO-	X-O-XO-	X-O-XO-	X-O-XO-	X-O-XO-	X-O-XO-	X-O-XO-
XOw	XOw	XOw	XOw	XOw	XOw	XOw	XOw	XOw	XOw
*--O-	--O-	--O-	--O-	--O-	--O-	--O-	--O-	--O-	--O-
XOXXOw	XOXXOw	XOXXOw	XOXXOw	XOXXOw	XOXXOw	XOXXOw	XOXXOw	XOXXOw	XOXXOw
*OOXXO	OOXXOO	OOXXOO	OOXXOO	OOXXOO	OOXXOO	OOXXOO	OOXXOO	OOXXOO	OOXXOO
OXXd	OXXd	OXXd	OXXd	OXXd	OXXd	OXXd	OXXd	OXXd	OXXd
*XOXXO	XOXXOO	XOXXOO	XOXXOO	XOXXOO	XOXXOO	XOXXOO	XOXXOO	XOXXOO	XOXXOO
OXXOd	OXXOd	OXXOd	OXXOd	OXXOd	OXXOd	OXXOd	OXXOd	OXXOd	OXXOd

Penjelasan State dan Aksi

Konsep dan Penjelasan State

Papan *tic-tac-toe* direpresentasikan sebagai petak 3x3 dengan angka satu hingga sembilan seperti pada Gambar 1. Pada *DFA tic-tac-toe* yang dibuat ini, nama dari tiap-tiap *state* menggambarkan secara eksplisit keadaan dari petak permainan *tic-tac-toe*. Nama dari tiap *state* terdiri dari sepuluh karakter, di mana sembilan karakter awal mewakili isi dari petak-petak *tic-tac-toe* seperti yang terlihat pada Gambar 1. Karakter X melambangkan langkah *user*, karakter O melambangkan langkah komputer, sedangkan karakter – berarti petak masih kosong. Karakter terakhir melambangkan keadaan dari *states* itu sendiri. Ada tiga macam karakter yaitu n, w, dan d. Karakter n berarti *states* tersebut adalah *state* normal dan bukanlah *final state*. Karakter w dan d melambangkan bahwa *state* tersebut adalah *state final*, w untuk *win* (menang) dan d untuk *draw* (seri).



Gambar 1 Representasi Papan Tic-Tac-Toe dan Nama State pada Papan

State-state akan menentukan gerakan dari komputer apabila user meng-*input* suatu simbol sesuai dengan tabel transisi. Apabila user menginput simbol untuk mengisi petak yang sudah terisi, maka *state* akan kembali ke dirinya sendiri sehingga keadaan petak tic-tac-toe tidak berubah.

Pada DFA ini, kasus untuk user jalan duluan atau komputer jalan duluan digabung menjadi satu. Akibatnya, terdapat dua *start state*. *Start state* akan ditentukan oleh *input user* pada saat program dijalankan.

Implementasi DFA pada Program

Pada DFA ini, *state-state* dibuat sedemikian rupa agar komputer lebih cepat menang. Artinya jika terdapat banyak petak kosong untuk diisi, komputer akan mengisi petak yang paling menguntungkan (tidak menunda kemenangan). Di awal program, file eksternal yang berisikan DFA akan di-*load* oleh program menjadi sebuah matriks. Terdapat dua matriks, yang satu menampung tabel transisi keseluruhan DFA dan yang lainnya menampung semua *final state*.

Pada program ini, diasumsikan setiap *input* dari *user* adalah suatu angka berupa *integer* dan bukanlah *char* ataupun *string*.

Program kemudian masuk ke bagian menu utama di mana program akan meminta *input* untuk menentukan apakah *user* ingin jalan duluan atau setelah komputer, kemudian *start state* akan di-*load* ke variabel *state*. Sesuai dengan spesifikasi tugas, siapapun baik *user* ataupun komputer, jika bergerak pertama haruslah terlebih dahulu mengisi petak tengah atau petak nomor lima.

Program kemudian menggambarkan keadaan petak *tic-tac-toe*. Karena nama dari *state* menggambarkan langsung keadaan petak *tic-tac-toe*, maka program hanya perlu mencetak *state* tersebut ke layar dengan *format* tertentu.

Kemudian program akan meminta *input user* untuk menentukan *state* selanjutnya. *Input user* kemudian digunakan dalam fungsi transisi dan *state* berpindah sesuai dengan tabel transisi seperti pada Tabel 1. Setiap pergantian *state*, *state* akan diperiksa apakah merupakan *final state* atau bukan. Cara memeriksanya adalah dengan mencari apakah *state* terdapat di matriks yang menampung *final states*. Jika bukan, maka program akan mengulang-ulang lagi hingga *final state* tercapai. Jika *final state* telah tercapai, maka akan diperiksa karakter terakhir dari *state* tersebut. Jika karakter terakhir adalah w, maka program akan mengeluarkan pesan kekalahan untuk *user*, sedangkan jika karakter terakhir adalah d, maka program akan mengeluarkan pesan seri dan permainan selesai.

Selama berjalannya program dari *start state* hingga *final state*, *state-state* yang telah dilewati selama permainan akan ditampung ke sebuah *array*. Setelah permainan selesai, program akan mencetak *array* tersebut ke layar. Jika *user* memasukkan *input* yang membuat *state* berulang-ulang berpindah ke dirinya sendiri, maka *state* tersebut juga akan dicetak berulang-ulang. Terakhir, program akan kembali ke bagian menu utama.

Source Code Program

Program *DFA tic-tac-toe* yang dibuat diimplementasikan dalam bahasa C. Terdapat satu *file* program utama yang akan dijalankan dan dua *ADT* pendukung untuk memudahkan dalam pembuatan program. Berikut adalah isi dari *source code* tersebut :

1. Source Code 1

Nama *File* : mtictactoe.c

Deskripsi : Program utama yang dijalankan

```
#include <stdio.h>
#include "tictactoe.h"

int main()
{
    FILE *config;
    matrixofstring matrix_trans,finalstate;
    char buffer[200],temp[15]="----x----";
    sentence state;//state untuk state sekarang
    arrayofstring liststate;
    int k,check,input,output,rotation=0,istate,end,c_score=0,same;

    config =fopen("config.txt","r");//load file konfigurasi
    if (!config) {
        printf("Config file not found!\n");
        return 1;
    }
    ///////////////////////////////////////////////////////////////////
    k=1;
    do{
        fgets (buffer, 1000, config);//copy trantition table ke matrix_trans
        check=strcmp(buffer,"//FINAL STATES\n");
        if ((check)&&strcmp(buffer,"//TRANITION TABLES\n")) {//pilah bagian trantition table dan
yang bukan
            strcpy(buffer,&matrix_trans,k);
            k++;
        }
    }while(check);
    k=1;
    do{
        fgets (buffer, 1000, config);//copy final states ke finalstate
        check=strcmp(buffer,"//START STATES\n");
        if ((check)&&strcmp(buffer,"//FINAL STATES\n")) {//pilah bagian final states dan yang bukan
            strcpy(buffer,&finalstate,k);
            k++;
        }
    }while(check);
    ///////////////////////////////////////////////////////////////////
    do{
        printf("\nTIC TAC TOE\n\n");
        printf("Skor Anda : %d\nSkor Komputer : %d\n\n",0,c_score);
        printf("Pilihan : \n1. Anda bermain pertama\n2. Anda bermain kedua\n3. Bantuan\n4. Keluar\n");
        getinput(&output,1,4);
```

```

if(outinput==1||outinput==2){
    end=0;
    eraseliststate(&liststate);
    if (outinput==1){//player pertama, pergi ke state ke-42
        strcpy(str(state),Elmt(matrix_trans,42,0));//load state
        addtoliststate(&liststate,str(state));
        printf("Karena anda memilih pertama, maka anda otomatis memilih
petak tengah.\n");

        drawboard(temp);
    }else{//cpu pertama, pergi ke state ke-1
        strcpy(str(state),Elmt(matrix_trans,1,0));//load state
        addtoliststate(&liststate,str(state));
    }
    printf("\nGiliran komputer.\n");
    drawboard(str(state));
    do{
        printf("Giliran anda.\n");
        getinput(&input,1,9);
        same=strcmp(str(state),str(transtate(state,input,matrix_trans)));
        state=transtate(state,input,matrix_trans);
        addtoliststate(&liststate,str(state));
        istate=findstate(str(state),finalstate,198);
        if(istate!=-1){
            drawtemp(state,input);
            if (str(state)[size]=='w'){
                end=1;
                c_score++;
            }else if (str(state)[size]=='d'){
                end=2;
            }else{
                printf("error end state not found\n");//untuk
debugging
            }
        }else{
            if(same==0){
                printf("Anda tidak dapat memilih petak yang sudah
terisi.\n");
            }
        }
        printf("\nGiliran komputer.\n");
        drawboard(str(state));
        if(end==1){
            printf("Anda kalah.\n");
        }else if(end==2){
            printf("Ronde seri.\n");
        }
    }while(istate==1);
    printliststate(liststate);
}
else if(outinput==3){
    printf("Ini adalah permainan TIC TAC TOE standar.\nAnda harus mengisi tiga
petak berurutan horizontal,\nvertikal, atau diagonal. Setiap petak bernomor antara 1 sampai 9.\n");
    printf("Namun, jika anda memilih untuk jalan duluan,\nAnda harus memilih
petak tengah terlebih dahulu\n");
}
}while(outinput!=4);
////////////////////////////////////

```

```

        fclose(config);
        return 0;
}

```

2. Source Code 2

Nama File : tictactoe.h

Deskripsi : *Header ADT tic-tac-toe* yang berisikan prototipe dari fungsi dan prosedur. File ini dibuat untuk memudahkan program utama memanggil fungsi atau prosedur yang berkaitan seperti mencetak *state*, *parsing string*, *load* file eksternal, dan lain-lain

```

#ifndef __tictactoe_h__
#define __tictactoe_h__

#include "boolean.h"
#include <string.h>

#define totalstate 269
#define totalcol 10
#define size 9

typedef struct{
    char strg[15];
}sentence;

typedef struct{
    sentence array[100];
    int n;
}arrayofstring;

typedef struct{
    sentence matrix[300][15];
}matrixofstring;

#define Elmt(M,i,j) ((M).matrix[(i)][(j)]).strg
#define Elarr(M,i) ((M).array[(i)]).strg
#define Neffarr(M) (M).n
#define str(s) (s).strg

void printstring(char string[15],int length);
//mengeprint string berupa array of char

void copystring(char buffer[200],matrixofstring* matrix_trans, int state);
//mengcopy string dari buffer dan dipindahkan ke matrix_trans baris ke state

boolean eqstring(char ori[15],char input[15], int length);
//mengecek apakah string ori dan input sama

void printmatrix(matrixofstring matrix_trans);
//mengeprint transition table dari file config.txt

void drawboard(char string[15]);
//menggambar board papan dari string;

void drawtemp(sentence state, int input);
//menggambar state sementara setelah player memilih tempat kosong

```

```

int findstate(char string[15],matrixofstring matrix_trans,int total);
//mencari string dalam transition table

sentence transtate(sentence state,int input,matrixofstring matrix_trans);
//transition function untuk mengubah state

void getinput(int* input,int min,int max);
//menerima input valid yaitu dari rentang min hingga max

void printliststate(arrayofstring liststate);
//mengeprint semua state di liststate

void addtoliststate(arrayofstring *liststate, char state[15]);
//menambahkan state ke list state

void eraseliststate(arrayofstring *liststate);
//mendelete semua elemen liststate

#endif

```

3. Source Code 3

Nama File : tictactoe.c

Deskripsi : *Body* dari *header* tictactoe.h yang berisikan realisasi dari semua fungsi dan prosedur yang ada

```

#include <stdio.h>
#include "tictactoe.h"

void printstring(char string[15],int length)
//mengeprint string berupa array of char
{
    int i=0;
    for(i;<length;i++){
        printf("%c",string[i]);
    }
}

void copystring(char buffer[200],matrixofstring* matrix_trans, int state)
//mengcopy string dari buffer dan dipindahkan ke matrix_trans baris ke state
{
    int i,j=0,k=0;
    for(i=0;i<strlen(buffer);i++){
        if((buffer[i]!=' ')&&(buffer[i]!='\n')){
            Elmt(*matrix_trans,state,k)[j]=buffer[i];
            j++;
        }else if(buffer[i]==' '){
            j=0;
            k++;
        }else{
            break;
        }
    }
}

```

```

boolean eqstring(char ori[15],char input[15], int length)
//mengecek apakah string ori dan input sama
{
    int i=0;
    boolean eq=true;
    while((i<length) && eq){
        if(ori[i]!=input[i]){
            eq=false;
        }else{
            i++;
        }
    }
    return eq;
}

```

```

void printmatrix(matrixofstring matrix_trans)
//mengeprint transition table dari file config.txt
{
    int i,j;
    for(i=1;i<=totalstate;i++){
        printf("%d ",i);
        for(j=0;j<totalcol-1;j++){

            printstring(Elmt(matrix_trans,i,j),size+1);
            printf(" ");
        }
        printstring(Elmt(matrix_trans,i,j),size+1);
        printf("\n");
    }
}

```

```

void drawboard(char string[15])
//menggambar board papan dari string;
{
    int i,j;
    for(i=1;i<=6;i++){
        for(j=1;j<=11;j++){
            if(j==4||j==8){
                printf("|");
            }else if(i==1||i==3||i==5){
                if(j==2||j==6||j==10){
                    printf("%c",string[(((j+2)/4)+((i-1)/2)*3)-1]);
                }else{
                    printf(" ");
                }
            }else if(i==2||i==4){
                printf("_");
            }else{
                printf(" ");
            }
        }
        printf("\n");
    }
}

```

```

        printf("\n");
    }

    int findstate(char string[15],matrixofstring matrix_trans,int total)
    //mencari string dalam transition table
    {
        int i=1;
        boolean found=false;
        while((i<=total)&&!found){
            if (eqstring(string,Elmt(matrix_trans,i,0),size)){
                found=true;
            }else{
                i++;
            }
        }
        if ((!found)&&i>total){
            return -1;
        }else{
            return i;
        }
    }

    sentence transtate(sentence state,int input,matrixofstring matrix_trans)
    //transition function untuk mengubah state
    {
        sentence temp;
        int i=findstate(str(state),matrix_trans,totalstate);
        strcpy(str(temp),Elmt(matrix_trans,i,input));
        return temp;
    }

    void drawtemp(sentence state, int input)
    //menggambar state sementara setelah player memilih tempat kosong
    {
        char temp[15];
        strcpy(temp,str(state));
        temp[input-1]='X';
        drawboard(temp);
    }

    void getinput(int* input,int min,int max)
    //menerima input valid yaitu dari rentang min hingga max
    {
        boolean stop;
        do{
            printf("Input anda : ");
            scanf("%d",&(*input));
            if(*input<min||*input>max){
                printf("Input salah. Input anda seharusnya antara %d sampai %d\n",min,max);
                stop=true;
            }else{
                stop=false;
            }
        }while(stop);
    }

```

```

void printliststate(arrayofstring liststate)
//mengeprint semua state di liststate
{
    int i;
    printf("\nState yang dilewati :\n");
    for(i=1;i<=Neffarr(liststate);i++){
        printf("%s\n",Elarr(liststate,i));
    }
}
void addtoliststate(arrayofstring *liststate, char state[15])
//menambahkan state ke list state
{
    Neffarr(*liststate)++;
    strcpy(Elarr(*liststate,Neffarr(*liststate)),state);
}

void eraseliststate(arrayofstring *liststate)
//mendelete semua elemen liststate
{
    Neffarr(*liststate)=0;
}

```

4. Source Code 4

Nama File : boolean.h

Deskripsi : *Header* berfungsi untuk mendeklarasikan tipe *boolean*

```

#ifndef _BOOLEAN_h
#define _BOOLEAN_h

#define boolean unsigned char
#define true 1
#define false 0

#endif

```

5. Source Code 5

Nama File : config.txt

Deskripsi : *File* dengan *format text* yang berisi *DFA* lengkap *tic-tac-toe* yang akan di-load oleh program utama

```

//TRANSITION TABLES
----O----n X---O---On -X--O-O--n --X-O-O--n ---XO---On ----O----n O---
OX---n --O-O-X--n --O-O--X-n O---O---Xn
-X--O-O--n XXO-O-O--w -X--O-O--n OXX-O-O--n -XOXO-O--w -X--O-O--n -XO-
OXO--w -X--O-O--n -XO-O-OX-w -XO-O-O-Xw
OXX-O-O--n OXX-O-O--n OXX-O-O--n OXX-O-O--n OXXXO-O-Ow OXX-O-O--n
OXXOXXO--w OXX-O-O--n OXXO--OX-w OXXO--O-Xw
X---O---On X---O---On XXO-O---On XOX-O---On X--XO-O-On X---O---On X---
OXO-On X--OO-X-On X-O-O--XOn X---O---On
XXO-O---On XXO-O---On XXO-O---On XXO-O---On XXOXO--Ow XXO-O---On XXO-
OXO-Ow XXO-OOX-Ow XXO-O-OXOw XXO-O---On
X--XO-O-On X--XO-O-On XXOXO-O-Ow X-XXO-OOOw X--XO-O-On X--XO-O-On X-
OXOXO-Ow X--XO-O-On X-OXO-OXOw X--XO-O-On

```

X---OXO-On	X---OXO-On	XXO-OXO-Ow	X-O-XX000w	X--XOX000w	X---OXO-On	X---
OXO-On	X---OXO-On	X-O-OXOXOw	X---OXO-On			
X-O-O--XOn	X-O-O--XOn	XXO-O-OXOw	X-O-O--XOn	X-OX00-XOw	X-O-O--XOn	X-O-
OXOXOw	X-O-00XXOw	X-O-O--XOn	X-O-O--XOn			
XOX-O---On	XOX-O---On	XOX-O---On	XOX-O---On	XOXXO--00w	XOX-O---On	XOX-
OX-00w	XOX-O-X00w	XOX00--XOn	XOX-O---On			
XOX00--XOn	XOX00--XOn	XOX00--XOn	XOX00--XOn	XOX00--XOn	XOX00--XOn	
	XOX00XOXOd	XOX000XXOw	XOX00--XOn	XOX00--XOn		
X--00-X-On	X--00-X-On	XX000-X-Ow	X-X000X-Ow	X--00-X-On	X--00-X-On	XO-
00XX-On	X--00-X-On	X--000XXOw	X--00-X-On			
XO-00XX-On	XO-00XX-On	XO-00XX-On	XOX00XX00w	XO-00XX-On	XO-00XX-On	XO-
00XX-On	XO-00XX-On	X0000XXXOd	XO-00XX-On			
O---OX---n	O---OX---n	OX--OX--Ow	O-X-OX--Ow	O--XOX--Ow	O---OX---n	O---
OX---n	O---OX-X-Ow	O---OX-XOw	O-O-OX--Xn			
O-O-OX--Xn	O-O-OX--Xn	OXO-OXO-Xw	O-O-OX--Xn	000XOX--Xw	O-O-OX--Xn	O-O-
OX--Xn	000-OXX-Xw	000-OX-XXw	O-O-OX--Xn			
--X-O-O--n	XOX-O-O--n	OXX-O-O--n	--X-O-O--n	--XXO-O-On	--X-O-O--n	--X-
OXO-On	--X-O-O--n	O-X-O-OX-n	--X-000-Xn			
--X-OXO-On	X-X-OX000w	-XX-OX000w	--X-OXO-On	O-XXOXO-Ow	--X-OXO-On	--X-
OXO-On	--X-OXO-On	O-X-OXOXOw	--X-OXO-On			
O-X-O-OX-n	O-X-O-OX-n	OXX00-OX-w	O-X-O-OX-n	O-XXO-OXOw	O-X-O-OX-n	O-X-
OXOXOw	O-X-O-OX-n	O-X-O-OX-n	O-X00-OXXw			
--XXO-O-On	X-XXO-000w	-XXXO-000w	--XXO-O-On	--XXO-O-On	--XXO-O-On	O-
XXOXO-Ow	--XXO-O-On	O-XXO-OXOw	--XXO-O-On			
--X-000-Xn	X-X0000-Xw	-XX0000-Xw	--X-000-Xn	-0XX000-Xn	--X-000-Xn	--X-
000-Xn	--X-000-Xn	--X0000XXw	--X-000-Xn			
-0XX000-Xn	X0XX0000Xw	-0XX000-Xn	-0XX000-Xn	-0XX000-Xn	-0XX000-Xn	-
0XX000-Xn	-0XX000-Xn	00XX000XXd	-0XX000-Xn			
XOX-O-O--n	XOX-O-O--n	XOX-O-O--n	XOX-O-O--n	XOXXO-00-w	XOX-O-O--n	XOX-
OXO-Ow	XOX-O-O--n	XOX-000X-n	XOX-O-00Xw			
XOX-000X-n	XOX-000X-n	XOX-000X-n	XOX-000X-n	XOXX000XOd	XOX-000X-n	XOX-
000X-n	XOX-000X-n	XOX-000X-n	XOX0000XXw			
--O-O--X-n	X-O-O-OX-w	-XO-O-OX-w	--O-O--X-n	--OXO-OX-w	--O-O--X-n	--O-
OXOX-w	--O-O-XXOn	--O-O--X-n	--O-O-OXXw			
--O-O-XXOn	X-O-00XXOw	-XO-00XXOw	--O-O-XXOn	--OX00XXOw	--O-O-XXOn	O-O-
0XXXOw	--O-O-XXOn	--O-O-XXOn	--O-O-XXOn			
O---O---Xn	O---O---Xn	OX--O-O-Xn	O-X-00--Xn	O-OXO---Xn	O---O---Xn	O-O-
OX--Xn	O---O-XOXn	O---O-OXXn	O---O---Xn			
O---O-OXXn	O---O-OXXn	OXO-O-OXXw	O-X00-OXXw	O-OXO-OXXw	O---O-OXXn	O--
00X0XXw	O---O-OXXn	O---O-OXXn	O---O-OXXn			
O-OXO---Xn	O-OXO---Xn	OXOXO-O-Xw	O-OXO---Xn	O-OXO---Xn	O-OXO---Xn	
	000XOX--Xw	000XO-X-Xw	O-OXO-OXXw	O-OXO---Xn		
OX--O-O-Xn	OX--O-O-Xn	OX--O-O-Xn	OXX00-O-Xw	OXOXO-O-Xw	OX--O-O-Xn	OX-
00XO-Xw	OX--O-O-Xn	OXO-O-OXXw	OX--O-O-Xn			
O---O-XOXn	O---O-XOXn	OX--00XOXn	00X-O-XOXw	00-XO-XOXw	O---O-XOXn	00--
0XXOXw	O---O-XOXn	O---O-XOXn	O---O-XOXn			
OX--00XOXn	OX--00XOXn	OX--00XOXn	OXX000XOXw	OXOX00XOXd	OX--00XOXn	OX--
00XOXn	OX--00XOXn	OX--00XOXn	OX--00XOXn			
O-X-00--Xn	O-X-00--Xn	OXX000--Xw	O-X-00--Xn	O-XX00-OXn	O-X-00--Xn	O-X-
00--Xn	O-X000X-Xw	O-X-000XXw	O-X-00--Xn			
O-XX00-OXn	O-XX00-OXn	OXX00000Xd	O-XX00-OXn	O-XX00-OXn	O-XX00-OXn	O-
XX00-OXn	00XX00XOXw	O-XX00-OXn	O-XX00-OXn			
---XO---On	X--XO-O-On	OX-XO---Ow	O-XXO---Ow	---XO---On	---XO---On	O--
XOX--Ow	O--XO-X-Ow	O--XO--XOw	---XO---On			


```

--O-O-X--n X-000-X--n -XO-O-X-On --O-O-X--n O-0XO-X--n --O-O-X--n O-O-
OXX--n --O-O-X--n --O-O-XXOn --O-O-XOXn
O-0XO-X--n O-0XO-X--n OXOXO-X-Ow O-0XO-X--n O-0XO-X--n O-0XO-X--n O-
OXOXX-Ow O-0XO-X--n OOOXO-XX-w OOOXO-X-Xw
-XO-O-X-On XXO-00X-Ow -XO-O-X-On -XO-O-X-On OXOXO-X-Ow -XO-O-X-On OXO-
OXX-Ow -XO-O-X-On -XO-00XXOw -XO-O-X-On
O-O-OXX--n O-O-OXX--n OXO-OXX-Ow O-O-OXX--n O-0XOXX-Ow O-O-OXX--n O-O-
OXX--n O-O-OXX--n OOO-OXXX-w OOO-OXX-Xw
X-000-X--n X-000-X--n XX0000X--w X-000-X--n X-000-X--n X-000-X--n X-
000XXO-n X-000-X--n X-0000XX-w X-0000X-Xw
X-000XXO-n X-000XXO-n XX000XXO0d X-000XXO-n X-000XXO-n X-000XXO-n X-
000XXO-n X-000XXO-n X-000XXO-n X0000XXOXw
--O-O-XOXn X00-O-XOXw -X000-XOXn --O-O-XOXn O-0XO-XOXw --O-O-XOXn -00-
OXXOXw --O-O-XOXn --O-O-XOXn --O-O-XOXn
-X000-XOXn XX0000XOXw -X000-XOXn -X000-XOXn -X000-XOXn -X000-XOXn
OX000XXOXd -X000-XOXn -X000-XOXn -X000-XOXn
O---X----n O---X----n OX--X--O-n O-X-X-O--n O--XXO---n O---X----n O--
OXX---n O-O-X-X--n OO--X--X-n O-O-X---Xn
OX--X--O-n OX--X--O-n OX--X--O-n OXX-X-O0-n OX-XXO-O-n OX--X--O-n OX-
OXX-O-n OXO-X-XO-n OX--X--O-n OX--X-O0Xn
OX-XXO-O-n OX-XXO-O-n OX-XXO-O-n OXXXX000-n OX-XXO-O-n OX-XXO-O-n OX-
XXO-O-n OXOXXOXO-n OX-XXO-O-n OXOXXO-OXn
OXXXX000-n OXXXX000-n OXXXX000-n OXXXX000-n OXXXX000-n OXXXX000-n
OXXXX000-n OXXXX000-n OXXXX000-n OXXXX000Xd
OXOXXOXO-n OXOXXOXO-n OXOXXOXO-n OXOXXOXO-n OXOXXOXO-n OXOXXOXO-n
OXOXXOXO-n OXOXXOXO-n OXOXXOXO-n OXOXXOXOXd
OXOXXO-OXn OXOXXO-OXn OXOXXO-OXn OXOXXO-OXn OXOXXO-OXn OXOXXO-OXn
OXOXXO-OXn OXOXXOXOXd OXOXXO-OXn OXOXXO-OXn
OX-OXX-O-n OX-OXX-O-n OX-OXX-O-n OXXOXXO0-w OX-OXX-O-n OX-OXX-O-n OX-
OXX-O-n OXO0XXXO-n OX-OXX-O-n OX-OXXO0Xw
OXO0XXXO-n OXO0XXXO-n OXO0XXXO-n OXO0XXXO-n OXO0XXXO-n OXO0XXXO-n
OXO0XXXO-n OXO0XXXO-n OXO0XXXO-n OXO0XXXOXd
OXX-X-O0-n OXX-X-O0-n OXX-X-O0-n OXX-X-O0-n OXXXX-000w OXX-X-O0-n
OXXOXXO0-w OXX-X-O0-n OXX-X-O0-n OXXOX-O0Xw
OXO-X-XO-n OXO-X-XO-n OXO-X-XO-n OXO-X-XO-n OXOXXOXO-n OXO-X-XO-n
OXO0XXXO-n OXO-X-XO-n OXO-X-XO-n OXO0X-XOXn
OXO0X-XOXn OXO0X-XOXn OXO0X-XOXn OXO0X-XOXn OXO0X-XOXn OXO0X-XOXn
OXO0XXXOXd OXO0X-XOXn OXO0X-XOXn OXO0X-XOXn
OX--X-O0Xn OX--X-O0Xn OX--X-O0Xn OXXOX-O0Xw OX-XX000Xn OX--X-O0Xn OX-
OX-O0Xw OX--X-O0Xn OX--X-O0Xn OX--X-O0Xn
OX-XX000Xn OX-XX000Xn OX-XX000Xn OXXXX000Xd OX-XX000Xn OX-XX000Xn OX-
XX000Xn OX-XX000Xn OX-XX000Xn OX-XX000Xn
O--XXO---n O--XXO---n OX-XXO-O-n O-XXXO0--n O--XXO---n O--XXO---n O--
XXO---n O-OXXOX--n OO-XXO-X-n O-OXXO--Xn
OO-XXO-X-n OO-XXO-X-n OO-XXO-X-n O0XXX00X-n OO-XXO-X-n OO-XXO-X-n OO-
XXO-X-n O0OXXOXX-w OO-XXO-X-n O0OXXO-XXw
O0XXX00X-n O0XXX00X-n O0XXX00X-n O0XXX00X-n O0XXX00X-n O0XXX00X-n
O0XXX00X-n O0XXX00X-n O0XXX00X-n O0XXX00XXd
O-XXXO0--n O-XXXO0--n OXXXX000-n O-XXXO0--n O-XXXO0--n O-XXXO0--n O-
XXXO0--n O-XXXO0--n O0XXX00X-n O0XXXO0-Xn
O0XXXO0-Xn O0XXXO0-Xn O0XXXO0-Xn O0XXXO0-Xn O0XXXO0-Xn O0XXXO0-Xn
O0XXXO0-Xn O0XXXO0-Xn O0XXXO0XXd O0XXXO0-Xn
O-OXXOX--n O-OXXOX--n OXOXXOX-Ow O-OXXOX--n O-OXXOX--n O-OXXOX--n O-
OXXOX--n O-OXXOX--n O-OXXOXXOw O0OXXOX-Xw

```

O-OXXO--Xn O-OXXO--Xn OXOXXO0-Xn O-OXXO--Xn O-OXXO--Xn O-OXXO--Xn O-
 OXXO--Xn OOOXXOX-Xw OOOXXO-XXw O-OXXO--Xn
 OXOXXO0-Xn OXOXXO0-Xn OXOXXO0-Xn OXOXXO0-Xn OXOXXO0-Xn OXOXXO0-Xn
 OXOXXO0-Xn OXOXXO0-Xn OXOXXO0XXn OXOXXO0-Xn
 O--OXX---n O--OXX---n OX-OXXO--w O-XOXXO--w O--OXX---n O--OXX---n O--
 OXX---n O-OOXXX--n O--OXXOX-w O--OXXO-Xw
 O-OOXXX--n O-OOXXX--n OXOOXXXO-n O-OOXXX--n O-OOXXX--n O-OOXXX--n O-
 OOOXXX--n O-OOXXX--n OOOOXXX-Xw OOOOXXX-Xw
 OO--X--X-n OO--X--X-n OO--X--X-n OOX-X-OX-n OOOXX--X-w OO--X--X-n OOO-
 XX-X-w OOO-X-XX-w OO--X--X-n OOO-X--XXw
 OOX-X-OX-n OOX-X-OX-n OOX-X-OX-n OOX-X-OX-n OOOXXO0X-n OOX-X-OX-n
 OOXOXXOX-w OOX-X-OX-n OOX-X-OX-n OOXOX-OXXw
 O-X-X-O--n O-X-X-O--n O-XOX-O--w O-X-X-O--n O-XXXO0--n O-X-X-O--n O-
 XOXXO--w O-X-X-O--n O-XOX-OX-w O-XOX-O-Xw
 O-O-X-X--n O-O-X-X--n OXO-X-XO-n O-O-X-X--n OOOXX-X--w O-O-X-X--n OOO-
 XXX--w O-O-X-X--n OOO-X-XX-w OOO-X-X-Xw
 O-O-X---Xn O-O-X---Xn OXO-X--OXn O-O-X---Xn OOOXX---Xw O-O-X---Xn OOO-
 XX--Xw OOO-X-X-Xw OOO-X--XXw O-O-X---Xn
 OXO-X--OXn OXO-X--OXn OXO-X--OXn OXO-X--OXn OXOXXO-OXn OXO-X--OXn
 OXOOXX-OXn OXOOX-XOXn OXO-X--OXn OXO-X--OXn
 OXOOXX-OXn OXOOXX-OXn OXOOXX-OXn OXOOXX-OXn OXOOXX-OXn OXOOXX-OXn
 OXOOXX-OXn OXOOXXXOXd OXOOXX-OXn OXOOXX-OXn
 XXO-O-O--w XXO-O-O--w XXO-O-O--w XXO-O-O--w XXO-O-O--w XXO-O-O--w XXO-
 O-O--w XXO-O-O--w XXO-O-O--w XXO-O-O--w
 -XOXO-O--w -XOXO-O--w -XOXO-O--w -XOXO-O--w -XOXO-O--w -XOXO-O--w -
 XOXO-O--w -XOXO-O--w -XOXO-O--w -XOXO-O--w
 -XO-OXO--w -XO-OXO--w -XO-OXO--w -XO-OXO--w -XO-OXO--w -XO-OXO--w -XO-
 OXO--w -XO-OXO--w -XO-OXO--w -XO-OXO--w
 -XO-O-OX-w -XO-O-OX-w -XO-O-OX-w -XO-O-OX-w -XO-O-OX-w -XO-O-OX-w -XO-
 O-OX-w -XO-O-OX-w -XO-O-OX-w -XO-O-OX-w
 -XO-O-O-Xw -XO-O-O-Xw -XO-O-O-Xw -XO-O-O-Xw -XO-O-O-Xw -XO-O-O-Xw -XO-
 O-O-Xw -XO-O-O-Xw -XO-O-O-Xw -XO-O-O-Xw
 OXXXO-O-Ow OXXXO-O-Ow OXXXO-O-Ow OXXXO-O-Ow OXXXO-O-Ow OXXXO-O-Ow
 OXXXO-O-Ow OXXXO-O-Ow OXXXO-O-Ow OXXXO-O-Ow
 OXXO0XO--w OXXO0XO--w OXXO0XO--w OXXO0XO--w OXXO0XO--w OXXO0XO--w
 OXXO0XO--w OXXO0XO--w OXXO0XO--w OXXO0XO--w
 OXXO0-OX-w OXXO0-OX-w OXXO0-OX-w OXXO0-OX-w OXXO0-OX-w OXXO0-OX-w
 OXXO0-OX-w OXXO0-OX-w OXXO0-OX-w OXXO0-OX-w
 OXXO0-O-Xw OXXO0-O-Xw OXXO0-O-Xw OXXO0-O-Xw OXXO0-O-Xw OXXO0-O-Xw
 OXXO0-O-Xw OXXO0-O-Xw OXXO0-O-Xw OXXO0-O-Xw
 XXOXO0--Ow XXOXO0--Ow XXOXO0--Ow XXOXO0--Ow XXOXO0--Ow XXOXO0--Ow
 XXOXO0--Ow XXOXO0--Ow XXOXO0--Ow XXOXO0--Ow
 XXO-OXO-Ow XXO-OXO-Ow XXO-OXO-Ow XXO-OXO-Ow XXO-OXO-Ow XXO-OXO-Ow XXO-
 OXO-Ow XXO-OXO-Ow XXO-OXO-Ow XXO-OXO-Ow
 XXO-O0X-Ow XXO-O0X-Ow XXO-O0X-Ow XXO-O0X-Ow XXO-O0X-Ow XXO-O0X-Ow XXO-
 OOX-Ow XXO-O0X-Ow XXO-O0X-Ow XXO-O0X-Ow
 XXO-O-OXOw XXO-O-OXOw XXO-O-OXOw XXO-O-OXOw XXO-O-OXOw XXO-O-OXOw XXO-
 O-OXOw XXO-O-OXOw XXO-O-OXOw XXO-O-OXOw
 XXOXO-O-Ow XXOXO-O-Ow XXOXO-O-Ow XXOXO-O-Ow XXOXO-O-Ow XXOXO-O-Ow
 XXOXO-O-Ow XXOXO-O-Ow XXOXO-O-Ow XXOXO-O-Ow
 X-XXO-OOOw X-XXO-OOOw X-XXO-OOOw X-XXO-OOOw X-XXO-OOOw X-XXO-OOOw X-
 XXO-OOOw X-XXO-OOOw X-XXO-OOOw X-XXO-OOOw
 X-OXOXO-Ow X-OXOXO-Ow X-OXOXO-Ow X-OXOXO-Ow X-OXOXO-Ow X-OXOXO-Ow X-
 OXOXO-Ow X-OXOXO-Ow X-OXOXO-Ow X-OXOXO-Ow

O-O-OXXXOw O-O-OXXXOw O-O-OXXXOw O-O-OXXXOw O-O-OXXXOw O-O-OXXXOw O-O-
OXXXOw O-O-OXXXOw O-O-OXXXOw O-O-OXXXOw --OXOXXXOw --OXOXXXOw --
OXOXXXOw --OXOXXXOw --OXOXXXOw --OXOXXXOw -XO-OXXXOw -XO-OXXXOw -XO-
OXXXOw -XO-OXXXOw -XO-OXXXOw -XO-OXXXOw O--OXXOXXw O--OXXOXXw O--
OXXOXXw O--OXXOXXw O--OXXOXXw O--OXXOXXw O-OXO-OXXw O-OXO-OXXw O-
OXO-OXXw O-OXO-OXXw O-OXO-OXXw O-OXO-OXXw O-XOO-OXXw O-XOO-OXXw O-
XOO-OXXw O-XOO-OXXw O-XOO-OXXw O-XOO-OXXw OXO-O-OXXw OXO-O-OXXw OXO-
OXO-O-OXXw OXO-O-OXXw OXO-O-OXXw OXO-O-OXXw OXO-O-OXXw OXO-O-OXXw OXO-
O-O-OXOXXw O-O-OXOXXw O-O-OXOXXw O-O-OXOXXw O-O-OXOXXw O-O-OXOXXw O-O-
OXOXXw O-O-OXOXXw O-O-OXOXXw O-O-OXOXXw OOO-OXX-Xw OOO-OXX-Xw OOO-
OXX-Xw OOO-OXX-Xw OOO-OXX-Xw OOO-OXX-Xw O-OXOXO-Xw O-OXOXO-Xw O-
OXOXO-Xw O-OXOXO-Xw O-OXOXO-Xw O-OXOXO-Xw OXO-OXO-Xw OXO-OXO-Xw OXO-
OXO-Xw OXO-OXO-Xw OXO-OXO-Xw OXO-OXO-Xw OOOXO-O-Xw OOOXO-O-Xw
OOOXO-O-Xw OOOXO-O-Xw OOOXO-O-Xw OOOXO-O-Xw OOOXOX--Xw OOOXOX--Xw
OOOXOX--Xw OOOXOX--Xw OOOXOX--Xw OOOXOX--Xw OXOXO-O-Xw OXOXO-O-Xw
OXOXO-O-Xw OXOXO-O-Xw OXOXO-O-Xw OXOXO-O-Xw OX-OOXO-Xw OX-OOXO-Xw OX-
OOXO-Xw OX-OOXO-Xw OX-OOXO-Xw OX-OOXO-Xw OO--OXXOXw OO--OXXOXw OO--
OXXOXw OO--OXXOXw OO--OXXOXw OO--OXXOXw OO-XO-XOXw OO-XO-XOXw OO-
XO-XOXw OO-XO-XOXw OO-XO-XOXw OO-XO-XOXw OOX-O-XOXw OOX-O-XOXw OOX-
O-XOXw OOX-O-XOXw OOX-O-XOXw OOX-O-XOXw OXXOOOXOXw OXXOOOXOXw
OXXOOOXOXw OXXOOOXOXw OXXOOOXOXw OXXOOOXOXw O-X-OOOXw O-X-OOOXw O-X-
OOOXw O-X-OOOXw O-X-OOOXw O-X-OOOXw O-XOOOX-Xw O-XOOOX-Xw O-
XOOOX-Xw O-XOOOX-Xw O-XOOOX-Xw O-XOOOX-Xw OXXOOO--Xw OXXOOO--Xw
OXXOOO--Xw OXXOOO--Xw OXXOOO--Xw OXXOOO--Xw OOXXOOOXw OOXXOOOXw
OOXXOOOXw OOXXOOOXw OOXXOOOXw OOXXOOOXw -OOXXOXXOw -
OOXXOXXOw -OOXXOXXOw -OOXXOXXOw -OOXXOXXOw XOOXXO-XOw XOOXXO-XOw
XOOXXO-XOw XOOXXO-XOw XOOXXO-XOw XOOXXO-XOw OOO-XXXXOw OOO-XXXXOw OOO-
XXXXOw OOO-XXXXOw OOO-XXXXOw OOO-XXXXOw XOO-XOXXOw XOO-XOXXOw XOO-
XOXXOw XOO-XOXXOw XOO-XOXXOw XOO-XOXXOw


```

-XX0000-Xw -XX0000-Xw -XX0000-Xw -XX0000-Xw -XX0000-Xw -XX0000-Xw -
XX0000-Xw -XX0000-Xw -XX0000-Xw -XX0000-Xw
--X0000XXw --X0000XXw --X0000XXw --X0000XXw --X0000XXw --X0000XXw --
X0000XXw --X0000XXw --X0000XXw --X0000XXw
X-X0000-Xw X-X0000-Xw X-X0000-Xw X-X0000-Xw X-X0000-Xw X-X0000-Xw X-
X0000-Xw X-X0000-Xw X-X0000-Xw X-X0000-Xw
X0XX0000Xw X0XX0000Xw X0XX0000Xw X0XX0000Xw X0XX0000Xw X0XX0000Xw
X0XX0000Xw X0XX0000Xw X0XX0000Xw X0XX0000Xw
XOX-0X0-0w XOX-0X0-0w XOX-0X0-0w XOX-0X0-0w XOX-0X0-0w XOX-0X0-0w XOX-
0X0-0w XOX-0X0-0w XOX-0X0-0w XOX-0X0-0w
XOX-0-00Xw XOX-0-00Xw XOX-0-00Xw XOX-0-00Xw XOX-0-00Xw XOX-0-00Xw XOX-
0-00Xw XOX-0-00Xw XOX-0-00Xw XOX-0-00Xw
X0XX0-00-w X0XX0-00-w X0XX0-00-w X0XX0-00-w X0XX0-00-w X0XX0-00-w
X0XX0-00-w X0XX0-00-w X0XX0-00-w X0XX0-00-w
X0X0000XXw X0X0000XXw X0X0000XXw X0X0000XXw X0X0000XXw X0X0000XXw
X0X0000XXw X0X0000XXw X0X0000XXw X0X0000XXw
0000XX-XXw 0000XX-XXw 0000XX-XXw 0000XX-XXw 0000XX-XXw 0000XX-XXw
0000XX-XXw 0000XX-XXw 0000XX-XXw 0000XX-XXw
0X00XX0-Xw 0X00XX0-Xw 0X00XX0-Xw 0X00XX0-Xw 0X00XX0-Xw 0X00XX0-Xw
0X00XX0-Xw 0X00XX0-Xw 0X00XX0-Xw 0X00XX0-Xw
0000XXX--w 0000XXX--w 0000XXX--w 0000XXX--w 0000XXX--w 0000XXX--w
0000XXX--w 0000XXX--w 0000XXX--w 0000XXX--w
XX0XX0-00w XX0XX0-00w XX0XX0-00w XX0XX0-00w XX0XX0-00w XX0XX0-00w
XX0XX0-00w XX0XX0-00w XX0XX0-00w XX0XX0-00w
XX0-XX000w XX0-XX000w XX0-XX000w XX0-XX000w XX0-XX000w XX0-XX000w XX0-
XX000w XX0-XX000w XX0-XX000w XX0-XX000w
XX0XX-000w XX0XX-000w XX0XX-000w XX0XX-000w XX0XX-000w XX0XX-000w
XX0XX-000w XX0XX-000w XX0XX-000w XX0XX-000w
000-X---Xw 000-X---Xw 000-X---Xw 000-X---Xw 000-X---Xw 000-X---Xw 000-
X---Xw 000-X---Xw 000-X---Xw 000-X---Xw
XX0-X0--0w XX0-X0--0w XX0-X0--0w XX0-X0--0w XX0-X0--0w XX0-X0--0w XX0-
X0--0w XX0-X0--0w XX0-X0--0w XX0-X0--0w
X-O-X0-X0w X-O-X0-X0w X-O-X0-X0w X-O-X0-X0w X-O-X0-X0w X-O-X0-X0w X-O-
X0-X0w X-O-X0-X0w X-O-X0-X0w X-O-X0-X0w
--O-X0XX0w --O-X0XX0w --O-X0XX0w --O-X0XX0w --O-X0XX0w --O-X0XX0w --O-
X0XX0w --O-X0XX0w --O-X0XX0w --O-X0XX0w
00XX000XXd 00XX000XXd 00XX000XXd 00XX000XXd 00XX000XXd 00XX000XXd
00XX000XXd 00XX000XXd 00XX000XXd 00XX000XXd
X0XX000X0d X0XX000X0d X0XX000X0d X0XX000X0d X0XX000X0d X0XX000X0d
X0XX000X0d X0XX000X0d X0XX000X0d X0XX000X0d

```

//FINAL STATES

```

XX0-0-0--w
-XOX0-0--w
-XO-0X0--w
-XO-0-0X-w
-XO-0-0-Xw
0XX0-0-0w
0XX00X0--w
0XX00-0X-w
0XX00-0-Xw
XX0X00--0w
XX0-0X0-0w
XX0-00X-0w
XX0-0-0X0w

```

XXOXO-O-Ow
X-XXO-OOOw
X-OXOXO-Ow
X-OXO-OXOw
X-O-OXOOOw
X--XOXOOOw
X-O-OXOXOw
X-OXOO-XOw
X-O-OOXXOw
XOXXO--OOw
XOX-OX-OOw
XOX-O-XOOw
XOXOOOXOw
XXOOO-X-Ow
X-XOOOX-Ow
X--OOOXXOw
XOXOOXXOOw
OXXOXXOO-w
OX-OXXOOXw
OXXXX-OOOw
OXXOX-OOXw
OX-OX-OOXw
OOOXXOXX-w
OOOXXO-XXw
OXOXXOX-Ow
O-OXXOXXOw
OOOXXOX-Xw
OX-OXXO--w
O-XOXXO--w
O--OXXOX-w
O--OXXO-Xw
OOOOXXXX-w
OOOOXXX-Xw
OOOXX--X-w
OOO-XX-X-w
OOO-X-XX-w
OOO-X--XXw
OOXOXXOX-w
OOXOX-OXXw
O-XOX-O--w
O-XOX-OX-w
O-XOX-O-Xw
OOOXX-X--w
OOO-XXX--w
OOO-X-X-Xw
OOOXX---Xw
OOO-XX--Xw
XOXOOXOXOd
XOOOOXXXOd
OXXXXOOOXd
OXOXXOXOXd
OXOOXXXOXd
OOXXXOOXXd
--O-O-OXXw

--O-OXOX-w
--OXO-OX-w
X-O-O-OX-w
O-O-OXXXOw
--OXOXXOw
-XO-OOXXOw
O--OOXOXXw
O-OXO-OXXw
O-XOO-OXXw
OXO-O-OXXw
O-O-OXOXXw
OOO-OXX-Xw
O-OXOXO-Xw
OXO-OXO-Xw
OOOXO-O-Xw
OOOXOX--Xw
OXOXO-O-Xw
OX-OOXO-Xw
OO--OXOXw
OO-XO-XOXw
OOX-O-XOXw
OXXOOOXOXw
O-X-OOOXXw
O-XOOOX-Xw
OXXOOO--Xw
OOXXOOXOXw
-OOXXOXXOw
XOOXXO-XOw
OOO-XXXXOw
XOO-XOXXOw
XOO-XO-XOw
-XXOXXOOOw
XX-OXXOOOw
O-XOXXOXOw
OXXOXXO-Ow
X-XOXXOOOw
--OXXO-XOw
--OXXOX-Ow
-XOXXO--Ow
X-OXXO--Ow
-XXXXO000w
X-XXXXO000w
-X--XXO00w
-X-XX-OOOw
-XX-X-OOOw
XX--X-OOOw
-XOXXOXO0w
XXO-XOXO0w
--O-XOX-Ow
-XO-XOX-Ow
X-O-XOX-Ow
--X-XXO00w
--XXX-OOOw
X-X-X-OOOw

X---XX000w
X--XX-000w
OXOX00XOd
OXXX000Xd
X000XXXXOd
XOX0XX0Xd
X0XXX00Xd
XX00XXX0Od
O--XO-X-Ow
O--XO--XOw
OX-XO---Ow
O--XOX--Ow
O-XXO---Ow
XX-XO-000w
00OXO-XX-w
OXOXO-X-Ow
00OXO-X-Xw
O-0X0XX-Ow
O-0XO-XXOw
OXO-O-XXOw
OXO-00X-Ow
OXO-0XX-Ow
000-0XXX-w
X-0000XX-w
XX0000X--w
X-0000X-Xw
X0000XXOXw
O-0XO-XOXw
X00-O-XOXw
-00-0XXOXw
XX0000XOXw
XX-XX0000w
X-0XX00XOw
--XXX0000w
00-0XX0XXw
000XX-0XXw
000-XX0XXw
X---X-000w
O--OX-0XXw
OX-OX-O-Xw
0XXOX-O--w
XX000XX0Od
OX000XX0Xd
O-X-OX--Ow
OX--OX--Ow
O---OX-XOw
O---0XX-Ow
000-OX-XXw
-XX-0X000w
O-X-0X0XOw
X-X-0X000w
O-XXOXO-Ow
0XX-0XO-Ow
0XX-O-0XOw

```

O-XOO-OXOw
O-XXO-OXOw
-XXXO-OOOw
-XXOOOO-Xw
--XOOOOXXw
X-XOOOO-Xw
XOXXOOOOXw
XOX-OXO-Ow
XOX-O-OOXw
XOXXO-OO-w
XOXOOOOXXw
OOOOXX-XXw
OXOOXXO-Xw
OOOOXXX--w
XXOXXO-OOw
XXO-XXOOOw
XXOXX-OOOw
OOO-X---Xw
XXO-XO--Ow
X-O-XO-XOw
--O-XOXXOw
OOXXOOOXXd
XOXXOOOXOd
//START STATES
----O----
O---X----
//LIST STATES
----O----n
-X--O-O--n
OXX-O-O--n
X---O---On
XXO-O---On
X--XO-O-On
X---OXO-On
X-O-O--XOn
XOX-O---On
XOXOO--XOn
X--OO-X-On
XO-OOXX-On
O---OX---n
O-O-OX--Xn
--X-O-O--n
--X-OXO-On
O-X-O-OX-n
--XXO-O-On
--X-OOO-Xn
-OXXOOO-Xn
XOX-O-O--n
XOX-OOOX-n
--O-O--X-n
--O-O-XXOn
O---O---Xn
O---O-OXXn
O-OXO---Xn

```

OX--O-O-Xn
 O---O-XOXn
 OX--OOXOXn
 O-X-OO--Xn
 O-XXOO-OXn
 ---XO---On
 --O-O-X--n
 O-OXO-X--n
 -XO-O-X-On
 O-O-0XX--n
 X-000-X--n
 X-000XXO-n
 --O-O-XOXn
 -X000-XOXn
 O---X----n
 OX--X--O-n
 OX-XXO-O-n
 OXXXX000-n
 OX0XX0XO-n
 OX0XXO-OXn
 OX-0XX-O-n
 OX00XXXO-n
 OXX-X-OO-n
 OXO-X-XO-n
 OX00X-XOXn
 OX--X-00Xn
 OX-XX000Xn
 O--XXO---n
 OO-XXO-X-n
 O0XXXX00X-n
 O-XXXX00--n
 O0XXXX00-Xn
 O-0XX0X--n
 O-0XX0--Xn
 OX0XX00-Xn
 O--0XX---n
 O-00XXX--n
 OO--X--X-n
 OOX-X-OX-n
 O-X-X-O--n
 O-O-X-X--n
 O-O-X---Xn
 OXO-X--OXn
 OX00XX-OXn
 XXO-O-O--w
 -XOXO-O--w
 -XO-0XO--w
 -XO-O-0X-w
 -XO-O-O-Xw
 OXXXXO-O-Ow
 OXX00XO--w
 OXX00-OX-w
 OXX00-O-Xw
 XXOX00--Ow

XXO-OXO-Ow
XXO-OOX-Ow
XXO-O-OXOw
XXOXO-O-Ow
X-XXO-OOOw
X-OXOXO-Ow
X-OXO-OXOw
X-O-OXOOOw
X--XOXOOOw
X-O-OXOXOw
X-OXOO-XOw
X-O-OOXXOw
XOXXO--OOw
XOX-OX-OOw
XOX-O-XOOw
XOXOOOXOw
XXOOO-X-Ow
X-XOOOX-Ow
X--OOOXXOw
XOXOOXXOOw
OXXOXXOO-w
OX-OXXOOXw
OXXXX-OOOw
OXXOX-OOXw
OX-OX-OOXw
OOOXXOXX-w
OOOXXO-XXw
OXOXXOX-Ow
O-OXXOXXOw
OOOXXOX-Xw
OX-OXXO--w
O-XOXXO--w
O--OXXOX-w
O--OXXO-Xw
OOOOXXXX-w
OOOOXXX-Xw
OOOXX--X-w
OOO-XX-X-w
OOO-X-XX-w
OOO-X--XXw
OOXOXXOX-w
OOXOX-OXXw
O-XOX-O--w
O-XOX-OX-w
O-XOX-O-Xw
OOOXX-X--w
OOO-XXX--w
OOO-X-X-Xw
OOOXX---Xw
OOO-XX--Xw
XOXOOXOXOd
XOOOOXXXOd
OXXXXOOOXd
OXOXXOXOXd

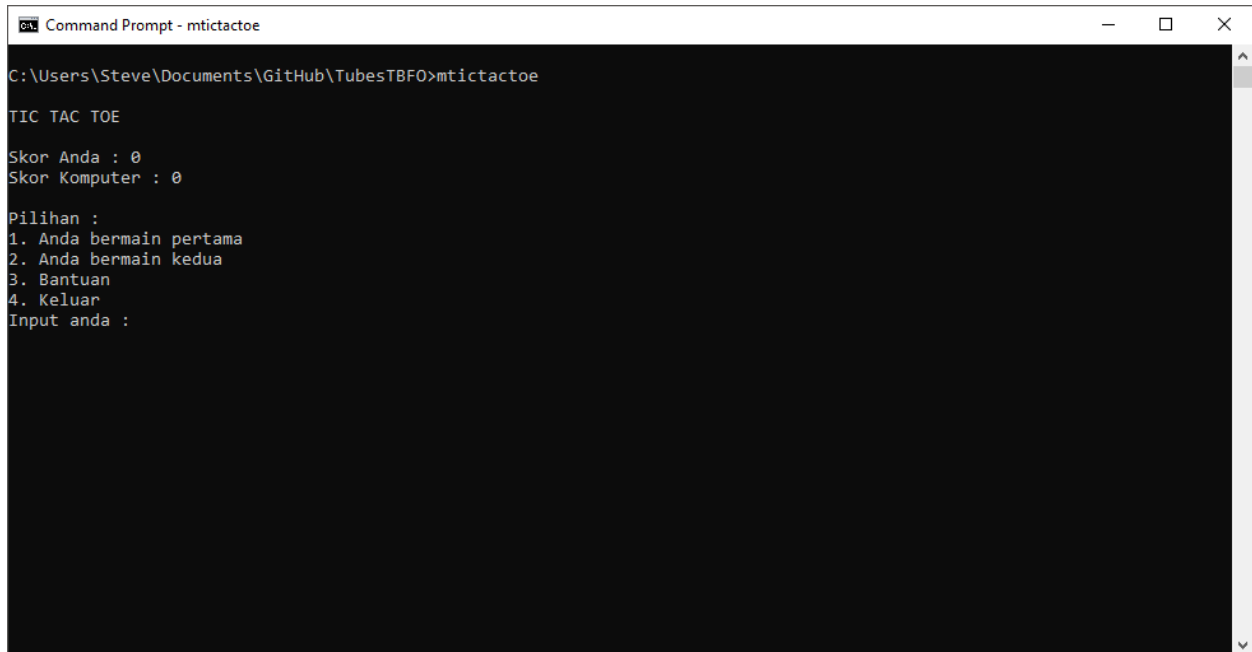
OXOXXXXXd
OXXXXOXXd
--O-O-OXXw
--O-OXOX-w
--OXO-OX-w
X-O-O-OX-w
O-O-OXXXOw
--OXOXXOw
-XO-OXXOw
O--OXXOXw
O-OXO-OXXw
O-XOO-OXXw
OXO-O-OXXw
O-O-OXOXw
OOO-OXX-Xw
O-OXOXO-Xw
OXO-OXO-Xw
OOOXO-O-Xw
OOOXOX--Xw
OXOXO-O-Xw
OX-OOXO-Xw
OO--OXXOXw
OO-XO-XOXw
OOX-O-XOXw
OXXOOOXOXw
O-X-OXXOXw
O-XOOOX-Xw
OXXOOO--Xw
OXXOXXOXw
-OXXOXXOw
XOOXXO-XOw
OOO-XXXXOw
XOO-XOXOw
XOO-XO-XOw
-XXOXXOOOw
XX-OXXOOOw
O-XOXOXOw
OXXOXXO-Ow
X-XOXOXXOw
--OXXO-XOw
--OXXOX-Ow
-XOXO--Ow
X-OXXO--Ow
-XXXXOXXOw
X-XXXXOXXOw
-X--XXOOOw
-X-XX-OXXOw
-XX-X-OXXOw
XX--X-OXXOw
-XOXOXOXOw
XXO-XOXOw
--O-XOX-Ow
-XO-XOX-Ow
X-O-XOX-Ow

--X-XX000w
--XXX-000w
X-X-X-000w
X---XX000w
X--XX-000w
OXOX00X0d
OXXX0000Xd
X000XXXX0d
XOX0XX0X0d
X0XXX00X0d
XX00XXX00d
O--XO-X-0w
O--XO--X0w
OX-XO---0w
O--XOX--0w
O-XXO---0w
XX-XO-000w
000XO-XX-w
OXOXO-X-0w
000XO-X-Xw
O-0X0XX-0w
O-0XO-XX0w
OXO-O-XX0w
OXO-00X-0w
OXO-OXX-0w
000-OXXX-w
X-0000XX-w
XX0000X--w
X-0000X-Xw
X0000XX0Xw
O-0XO-X0Xw
X00-O-X0Xw
-00-0XX0Xw
XX0000X0Xw
XX-XX0000w
X-OXX00X0w
--XXX0000w
00-OXX0XXw
000XX-OXXw
000-XX0XXw
X---X-000w
O--OX-OXXw
OX-OX-O-Xw
OXXOX-O--w
XX000XX00d
OX000XX0Xd
O-X-OX--0w
OX--OX--0w
O---OX-X0w
O---OXX-0w
000-OX-XXw
-XX-OX000w
O-X-OX0X0w
X-X-OX000w

O-XXOXO-Ow
 OXX-OXO-Ow
 OXX-O-OXOw
 O-XOO-OXOw
 O-XXO-OXOw
 -XXXO-OOOw
 -XXOOOO-Xw
 --XOOOOXXw
 X-XOOOO-Xw
 XXXXOOOOXw
 XOX-OXO-Ow
 XOX-O-OOXw
 XXXXO-OO-w
 XOXOOOOXXw
 OOOOXX-XXw
 OXOOXXO-Xw
 OOOOXXX--w
 XXOXXO-OOw
 XXO-XXOOOw
 XXOXX-OOOw
 OOO-X---Xw
 XXO-XO--Ow
 X-O-XO-XOw
 --O-XOXXOw
 OOXOXXXXd
 XXXXOOOXOd
 //SYMBOLS
 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9

Contoh *Input Output* Program

Program yang dibuat terdiri dari menu utama yang akan menentukan apakah *user* akan jalan duluan atau kedua, bantuan, dan keluar. Gambar 2 dan Gambar 3, menunjukkan bentuk menu utama dari program.



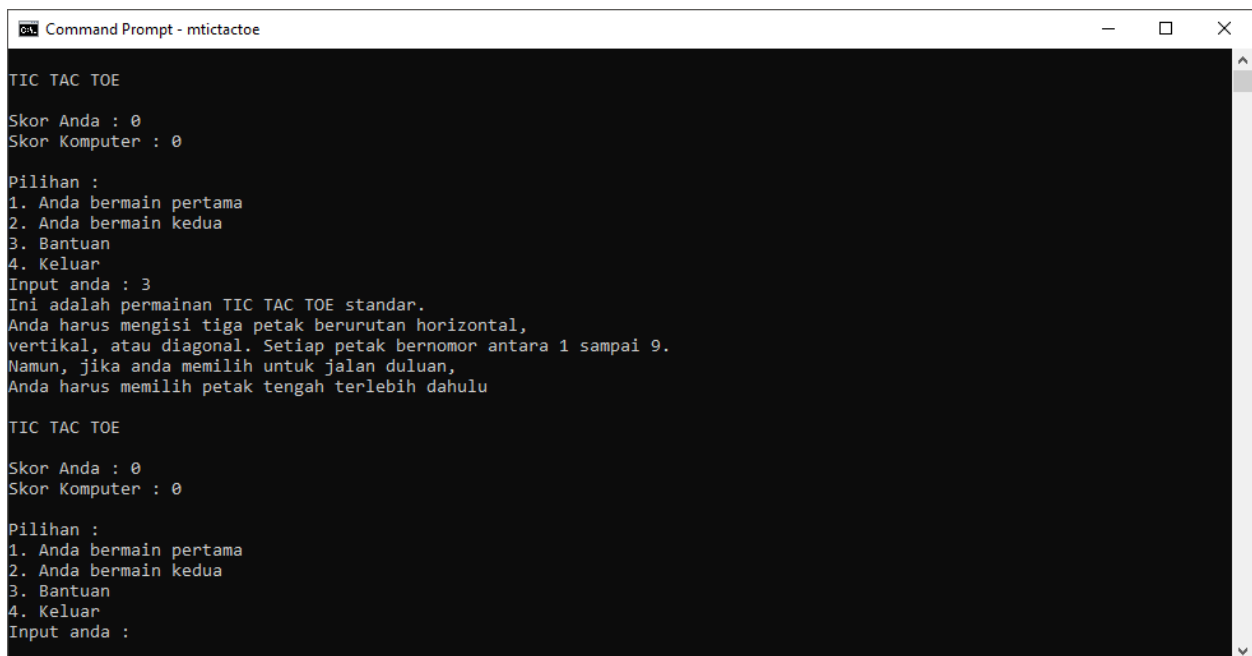
```
Command Prompt - mtictactoe
C:\Users\Steve\Documents\GitHub\TubesTBFO>mtictactoe

TIC TAC TOE

Skor Anda : 0
Skor Komputer : 0

Pilihan :
1. Anda bermain pertama
2. Anda bermain kedua
3. Bantuan
4. Keluar
Input anda :
```

Gambar 2 Tampilan Menu Utama Program



```
Command Prompt - mtictactoe

TIC TAC TOE

Skor Anda : 0
Skor Komputer : 0

Pilihan :
1. Anda bermain pertama
2. Anda bermain kedua
3. Bantuan
4. Keluar
Input anda : 3
Ini adalah permainan TIC TAC TOE standar.
Anda harus mengisi tiga petak berurutan horizontal,
vertikal, atau diagonal. Setiap petak bernomor antara 1 sampai 9.
Namun, jika anda memilih untuk jalan duluan,
Anda harus memilih petak tengah terlebih dahulu

TIC TAC TOE

Skor Anda : 0
Skor Komputer : 0

Pilihan :
1. Anda bermain pertama
2. Anda bermain kedua
3. Bantuan
4. Keluar
Input anda :
```

Gambar 3 Tampilan Menu Utama Bagian Bantuan

Command Prompt - mtictactoe	Command Prompt - mtictactoe	Command Prompt - mtictactoe
Pilihan : 1. Anda bermain pertama 2. Anda bermain kedua 3. Bantuan 4. Keluar Input anda : 5 Input salah. Input anda seharusnya an Input anda : 1 Karena anda memilih pertama, maka and - - - - x - - - - Giliran komputer. 0 - - - x - - - - Giliran anda. Input anda : 2 Giliran komputer. 0 x -	Giliran komputer. 0 x - - x - - 0 - Giliran anda. Input anda : 3 Giliran komputer. 0 x x - x - 0 0 - Giliran anda. Input anda : 6 0 x x - x x 0 0 -	0 0 - Giliran anda. Input anda : 6 0 x x - x x 0 0 - Giliran komputer. 0 x x - x x 0 0 - Anda kalah. State yang dilewati : 0---X---n 0X--X--0-n 0XX-X-00-n 0XX0XX00-w

Gambar 4 Kondisi *User* Jalan Pertama dan Berakhir Kalah

Command Prompt - mtictactoe	Command Prompt - mtictactoe	Command Prompt - mtictactoe
Giliran komputer. 0 - - - x - - - - Giliran anda. Input anda : 2 Giliran komputer. 0 x - - x - - 0 - Giliran anda. Input anda : 7 Giliran komputer. 0 x 0 - x - x 0 -	Giliran anda. Input anda : 9 Giliran komputer. 0 x 0 - x - x 0 x Giliran anda. Input anda : 6 0 x 0 - x x x 0 x Giliran komputer. 0 x 0 - x x x 0 x	x 0 x Giliran anda. Input anda : 6 0 x 0 - x x x 0 x Giliran komputer. 0 x 0 - x x x 0 x Ronde seri. State yang dilewati : 0---X---n 0---X---n 0X--X--0-n 0X0-X-X0-n 0X00X-X0Xn 0X00XX0Xd

Gambar 5 Kondisi *User* Jalan Pertama dan Berakhir Seri

caj	Command Prompt - mtictactoe	caj	Command Prompt - mtictactoe	caj	Command Prompt - mtictactoe
2. Anda bermain kedua 3. Bantuan 4. Keluar Input anda : 2 Giliran komputer. - - - - 0 - - - - Giliran anda. Input anda : 2 Giliran komputer. - X - - 0 - 0 - - Giliran anda. Input anda : 3 Giliran komputer. 0 X X X 0 - 0 - 0 Giliran komputer. 0 X X X 0 - 0 - 0 Anda kalah.	Giliran anda. Input anda : 3 Giliran komputer. 0 X X - 0 - 0 - - Giliran anda. Input anda : 4 0 X X X 0 - 0 - 0 Giliran komputer. 0 X X X 0 - 0 - 0 Anda kalah. State yang dilewati : ---0---n -X--0-0--n 0XX-0-0--n 0XXX0-0-0w	0 - - Giliran anda. Input anda : 4 0 X X X 0 - 0 - 0 Giliran komputer. 0 X X X 0 - 0 - 0 Anda kalah.			

0x Command Prompt - mtictactoe	0x Select Command Prompt - mtictactoe	0x Select Command Prompt - mtictactoe																																																																								
Input anda : 2 Giliran komputer. <table> <tr><td>-</td><td> </td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>-</td></tr> </table> Giliran anda. Input anda : 1 Giliran komputer. <table> <tr><td>X</td><td> </td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>-</td></tr> </table> Giliran anda. Input anda : 3 Giliran komputer. <table> <tr><td>X</td><td> </td><td>0</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>0</td></tr> </table> Giliran anda. Input anda : 3 Giliran komputer. <table> <tr><td>X</td><td> </td><td>0</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>0</td></tr> </table>	-		-	-		-	-		-	X		-	-		-	-		-	X		0	-		-	-		0	X		0	-		-	-		0	Giliran anda. Input anda : 3 Giliran komputer. <table> <tr><td>X</td><td> </td><td>0</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>-</td></tr> </table> Giliran anda. Input anda : 8 Giliran komputer. <table> <tr><td>X</td><td> </td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td> </td><td>0</td></tr> <tr><td>-</td><td> </td><td>0</td></tr> </table> Giliran anda. Input anda : 6 Giliran komputer. <table> <tr><td>X</td><td> </td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td> </td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td> </td><td>X</td></tr> </table> Ronde seri. State yang dilewati : ----0----n X---0---0n X0X-0---0n X0X00--X0n X0X00X0d	X		0	-		-	-		-	X		0	0		0	-		0	X		0	0		0	0		X	Giliran anda. Input anda : 6 Giliran komputer. <table> <tr><td>X</td><td> </td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td> </td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td> </td><td>X</td></tr> </table> Ronde seri. State yang dilewati : ----0----n X---0---0n X0X-0---0n X0X00--X0n X0X00X0d	X		0	0		0	0		X
-		-																																																																								
-		-																																																																								
-		-																																																																								
X		-																																																																								
-		-																																																																								
-		-																																																																								
X		0																																																																								
-		-																																																																								
-		0																																																																								
X		0																																																																								
-		-																																																																								
-		0																																																																								
X		0																																																																								
-		-																																																																								
-		-																																																																								
X		0																																																																								
0		0																																																																								
-		0																																																																								
X		0																																																																								
0		0																																																																								
0		X																																																																								
X		0																																																																								
0		0																																																																								
0		X																																																																								

Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan program ketika *user* memilih untuk bergerak kedua dan berakhir pada kondisi seri ataupun kalah. Pada Gambar 6 *input* dari *user* adalah berturut-turut 2, 3, 4. Pada Gambar 5 *input* dari *user* adalah berturut-turut 1, 3, 8, 6.

```

Command Prompt - mtictactoe
C:\Users\Steve\Documents\GitHub\TubesTBFO>mtictactoe

TIC TAC TOE

Skor Anda : 0
Skor Komputer : 0

Pilihan :
1. Anda bermain pertama
2. Anda bermain kedua
3. Bantuan
4. Keluar
Input anda : 5
Input salah. Input anda seharusnya antara 1 sampai 4
Input anda :

Command Prompt - mtictactoe
- | X | -
- | - | -
- | - | -

Giliran komputer.
O | - | -
- | X | -
- | - | -

Giliran anda.
Input anda : 123
Input salah. Input anda seharusnya antara 1 sampai 9
Input anda : 1
Anda tidak dapat memilih petak yang sudah terisi.

Giliran komputer.
O | - | -
- | X | -
- | - | -

Giliran anda.
Input anda :

```

Gambar 8 Input User Tidak Valid

Gambar 8 menunjukkan keluaran program ketika *user* menginput nilai yang tidak valid ketika di menu utama maupun ketika sedang bermain. Program akan mengeluarkan pesan kesalahan seperti pada gambar.

Daftar Pustaka

Wikipedia (2018). Tic-tac-toe. Retrieved September, 2018, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Tic-tac-toe>