TUGAS BESAR 1 IF2220 – TEORI BAHASA FORMAL DAN OTOMATA

APLIKASI PERMAINAN "TIC TAC TOE" DENGAN MENGGUNAKAN FINITE AUTOMATA

Disusun oleh

Saskia Imani

13517142

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

A. DESKRIPSI PERMASALAHAN

Tic-tac-toe adalah sebuah permainan melibatkan dua orang yang secara bergiliran saling membuat huruf X dan O didalam sebuah kotak berukuran 3 x 3. Pemenang dari permainan ini adalah pemain pertama yang berhasil membuat tiga tanda "X" atau tanda "O" berurutan di dalam suatu permainan.

Pada tugas ini, dibuat sebuah permainan *tic-tac-toe* sederhana yang akan dimainkan oleh komputer dan seorang player. Program harus bisa memastikan bahwa komputer tidak mungkin kalah didalam permainan. Aplikasi akan membuka file yang berisi informasi mengenai daftar *state*, daftar simbol, *state* awal, *state* akhir, dan *transition function*. Informasi dari file tersebut akan digunakan untuk mengecek masukan dari pengguna. Program diwajibkan untuk membaca konfigurasi dari file eksternal, dan logika state machine tidak boleh di-*hardcode* ke program secara langsung.

B. DFAPada program ini, digunakan sebuah DFA untuk menentukan transisi yang akan dialami oleh *state* program, dengan rancangan sebagai berikut:

		р	С	1	2	3	4	5	6	7	8	9
→ q	000	q126	q001									
q	001			q002	q003	q004	q005		q006	q007	q008	q009
q	002				q010	q011	q012		q013	q014	q015	
q	003			q016		q017	q018		q019		q020	q021
q	004			q022	q017		q023		q024		q025	q026
q	005			q027	q018				q028	q029	q030	q031
q	006				q032	q033	q034			q035	q036	q037
q	007			q038	q039		q029		q040		q041	q042
q	800				q043	q044	q045		q036	q046		q047
q	009				q048	q049	q050		q037	q051	q047	
q	010						q052		q053	q054	q055	
q	011						q056		q057	q058	q059	
q	012				q052	q060			q061		q062	
q	013				q053	q063	q061				q064	
q	014				q065	q066			q067		q068	
q	015				q055		q062		q064	q069		
* q	016											
q	017						q070		q071		q072	q073
* q	018											
* q	019											
* q	020											
* q	021											
q	022						q074		q075		q059	q076

	000		0.60	077		-	070		070	-
	q023	 	q060	q077			 q078		q079	
	q024	 	q063	q080		q078	 0.01		q081	
	q025	 		q082		q079	 q081			q083
	q026	 	q084	q085		q086	 		q087	
*	q027	 					 			
*	q028	 					 			
	q029	 		q088			 q089		q090	q091
*	q030	 					 			
*	q031	 					 			
*	q032	 					 			
*	q033									
*	q034									
	q035									
*	q036			~0.02		~003		q094	~0.05	
	q037 q038			q092 q096		q093	q067	q094	q095 q097	q098
	q039		q054	<u>q</u> 090		~0.00	q100		q101	<u>q</u> 098
	q039		q054	q100		q099 q102	qıvv		q103	q094
	q040		q069	q104		q105	 q106		4103	4094
	q041 q042		q178	q114		q179	 q180			
*	q042 q043	 	<u>q</u> 170	4114		<u>q</u> 173	 <u></u>			
*	q043	 					 			
*	q045	 					 			
*	q046	 					 			
·	q047	 		q107	q083	q108	 q095			
	q048	 			q073	q109	 q092		q110	
	q049	 		q111		q086	 	q112	q113	
	q050	 		q109			 q093	q091	q108	
	q051	 		q114	q115	g116	 q117			
*	q052	 					 			
*	q053	 					 			
*	q054	 					 			
*	q055	 					 			
*	q056	 					 			
*	q057	 					 			
*	0 = 0	 					 			
	q059	 				q118	 q119			
*	q060	 					 			
*	q061	 					 			
*	q062	 					 			

	~0.62						
*	q063	 	 	 	 	 	
	q064				 	 	
*	q065				 	 	
*			1.00		 	 101	
	q067		 q120		 	 q121	
*	q068	 	 	 	 	 	
*	q069	 	 	 	 	 	
*	q070	 	 	 	 	 	
*	q071	 	 	 	 	 	
*	q072	 	 	 	 	 	
*	q073	 	 	 	 	 	
*	q074	 	 	 	 	 	
*	q075	 	 	 	 	 	
*	q076	 	 	 	 	 	
*	q077	 	 	 	 	 	
*	q078	 	 	 	 	 	
*	q079	 	 	 	 	 	
*	q080	 	 	 	 	 	
*	q081	 	 	 	 	 	
*	q082	 	 	 	 	 	
*	q083	 	 	 	 	 	
*	q084	 	 	 	 	 	
*	q085	 	 	 	 	 	
	q086	 	 q122	 	 	 q123	
*	q087	 	 	 	 	 	
*	q088	 	 	 	 	 	
*	q089	 	 	 	 	 	
*	q090	 	 	 	 	 	
*	q091	 	 	 	 	 	
*		 	 	 	 	 	
*	q093	 	 	 	 	 	
*	q094	 	 	 	 	 	
*	q095	 	 	 	 	 	
*	q096	 	 	 	 	 	
*	q097	 	 	 	 	 	
*	q098	 	 	 	 	 	
*	q099	 	 	 	 	 	
*	q100	 	 	 	 	 	
*	q101	 	 	 	 	 	
*	q102	 	 	 	 	 	

	1								
*	_	 	 			 			
*	_	 	 			 			
*	q105	 	 			 			
*	q106	 	 			 			
*	q107	 	 			 			
*	q108	 	 			 			
*	q109	 	 			 			
*	q110	 	 			 			
*	q111	 	 			 			
*	q112	 	 			 			
*	q113	 	 			 			
	q114	 	 		q124	 q125			
*	q115	 	 			 			
*	q116	 	 			 			
*	q117	 	 			 			
*	q118	 	 			 			
*	q119	 	 			 			
*	q120	 	 			 			
*	q121	 	 			 			
*	q122	 	 			 			
*	q123	 	 			 			
*	q124	 	 			 			
*	q125	 	 			 			
	q126	 	 q127	q128	q129	 q130	q131	q132	q133
	q127	 	 	q134	q135	 q136	q137		q138
	q128	 	 q139		q140	 q141		q142	q143
	q129	 	 q135	q140		 	q144	q145	q146
	q130	 	 q147	q141		 	q148	q149	q150
	q131	 	 q137		q151	 q152		q153	q154
	q132	 	 	q155	q156	 q157	q153		q158
	q133	 	 q159		q160	 q161	q154	q158	
	q134	 	 		q162	 q163			164
	q135	 	 	q165		 	q166		q166
	q136	 	 	q163		 	q167		q168
	q137	 	 		q166	 q167			q167
	q138	 	 	q164	q165	 q168			
*	q139	 	 			 			
	q140	 	 q165			 		q169	q169
*	q141	 	 			 			
*	q142	 	 			 			
*	q142	 	 			 			

q145 q169 q169 q169 q169 q169 q169 q169 q169 q169	
q145 q169 q169 q169 q169 q169 q169 q169 q169 q169	
q146 q165 q169 q169	q171 q172
* q147	q171 q173
q148 q167 q174 q1 * q150	<mark>q169</mark>
* q149 <t< th=""><th></th></t<>	
* q150	
* q151	
* q152	
* q153 <t< td=""><td></td></t<>	
* q154 q169 q176 q1 * q156	
q155 q169 q176 q1 * q156	
* q156	
* q157	q176 q177
* q158 q167 q167	
q159 q166 q167 q167	
* q160	
* q161	q167 q167
* q162	
* q163	
* q164	
* q165	
* q166	
* q167	
. 1.00	
* q168	
* q169	
* q170	
* q171	
* q172	
* q173	
* q174	
* q175	
* q176	
* q177	
* q178	
* q179	
* q180	

Dalam pembuatannya, tabel transisi ini menggunakan MS Excel, dan sebelum dibentuk menjadi tabel berisi nama *state* saja, dilakukan gambaran setiap kotak dalam permainan

terlebih dahulu untuk membayangkan perubahan yang terjadi secara jelas. Gambaran tersebut kemudian dipecah menjadi tabel transisi di atas dan sebuah kamus transisi yang menggambarkan isi setiap kotak dalam permainan ketika *state* adalah *state* tertentu. Berikut adalah kamus *state*:

q000 q001 q002 x q003 -x q004 x q005 ox q006 ox q009 ox- q009 ox- q010 xxo q011 xox q012 xxo q013 x q015 x q016 xxo q017 oxx q018 -xox q020 -xo q021 -xo q021 -xo q022 xox q023 -xxo q024 -x
q002 xoo q003 -x-o-o q004 -x-o-o q005 oxo q006 oox q007 o-x q008 oo-x- q010 xxo-ox q011 xxo-oo q012 x-xo-o-o q013 xoxo-o q014 x-o-o-xo q016 xxo-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 -xxo-o-o
q003 -xo-o q004 x-o-o q005 oxo q006 oox q007 o-ox q008 oo-x- q009 oo-x q010 xxo-oo q011 xxo-o-o-o q012 xxo-o-o q013 xox-o q014 x-o-o-xo q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox q021 -xo-o-o-x q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 -xxo-o-o
q004 x-o-o q005 oxo q006 oox q007 o-o-x q008 oo-x q009 oox q010 xxo-oo q011 xox-oo q012 x-xo-o-o q013 xoxo-o q014 x-o-o-xo q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 -xxo-o-o
q005 oxo q006 oox q007 o-o-x q008 oo-x q009 oo-x q010 xxo-oo q011 xox-oo q012 xxo-o-o q013 xoxo-o q014 x-o-o-xo q015 x-o-o-xo q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-oxo q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 -xxo-o-o
q006 oox q007 o-ox q008 oo-x q009 oo-x q010 xxo-oo q011 xxo-oo q012 xxo-o-o q013 xox-o-o q014 xo-x-o q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 xxo-o-o
q007 o-o-x q008 oo-x q009 oo-x q010 xxo-oo q011 xxo-oo q012 x-xo-o-o q013 xoxo-o q014 x-o-x-o q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 -xxo-o-o
q007 o-o-x q008 oo-x q009 oo-x q010 xxo-oo q011 xxo-oo q012 x-xo-o-o q013 xoxo-o q014 x-o-x-o q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 -xxo-o-o
q008 oox- q009 oox q010 xxo-oo q011 xxo-oo q012 xxo-o-o q013 xoxo-o q014 x-oxo q015 x-oxo q016 xxo-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 -xxo-o-o
q009 oox q010 xxo-oo q011 xxo-oo q012 xxo-o-o q013 xoxo-o q014 xo-xo q015 x-o-o-xo q016 xxo-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 -xxo-o-o
q011 xox-oo q012 x-xo-o-o q013 xoxo-o q014 x-oo-x-o q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 -xxo-o-o
q012 xxo-o-o q013 xoxo-o q014 xo-x-o q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 xxo-o-o
q012 xxo-o-o q013 xoxo-o q014 xo-x-o q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q020 -xo-o-ox q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 xxo-o-o
q013 xoxo-o q014 xo-x-o q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q019 -xo-oxo q020 -xo-o-ox q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 xxo-o-o
q014 xoo-x-o q015 x-o-o-xo q016 xxo-o-o- q017 oxx-o-o- q018 -xoxo-o- q019 -xo-oxo- q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o- q023 -xxo-o-o
q015 x-o-oxo q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q019 -xo-oxo q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 xxo-o-o
q016 xxo-o-o q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q019 -xo-oxo q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 xxo-o-o
q017 oxx-o-o q018 -xoxo-o q019 -xo-oxo q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 xxo-o-o
q018 -xoxo-o q019 -xo-oxo q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 xxo-o-o
q019 -xo-oxo q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023xxo-o-o
q020 -xo-o-ox- q021 -xo-o-o-x q022 xox-o-o q023 xxo-o-o
q022 xox-o-o- q023xxo-o-o
q023xxo-o-o
q023xxo-o-o
g024x-oxo-o
9021 11 0110 0
q025 o-x-o-ox-
q026x-ooo-x
q027 x-oxo-o
q028oxoxo
q029 o-oxo-x
q030oxo-ox-
q031oxo-o-x
q032 oxoxo
q033 o-x-oxo
q034 oxoxo
q035 ooxx-o
q036 oox-xo
q037 o-o-oxx
q038 x-ooo-x
q039 -xo-o-x-o
q040 o-o-oxx
q041o-o-xxo
q041o-o-xxo q042o-o-xox
q042o-o-xox

q046	00-XXO
q047	00-0XX
q048	0X0-0-X
q049	
	0-x-00x
q050	0-0X0X
q051	00-X0X
q052	xx0x0-0-0
q053	xx0-0x0-0
q054	xx0-00x-0
q055	xx0-0-0x0
q056	xoxxo00
q057	xox-ox-oo
q058	xox-o-xoo
q059	xox-o-oxo
q060	x-xxo-000
q061	x-0x0x0-0
q062	x-0x0-0x0
q063	x-x-0x000
1 064	x-o-oxoxo
q065	xx-000x-0
q066	x-x000x-0
q067	x-000xx-0
q068	
q068 q069	x000xx0
qub9	x-0-00xx0
q070	0XXX0-0-0
q070 q071	0xx-0x0-0
q070 q071 q072	0xx00-0x-
q070 q071 q072 q073	0xx-0x0-0
q070 q071 q072 q073 q074	0xx00-0x-
q070 q071 q072 q073 q074 q075	0xx00-0-x
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076	0xx0-0-0 0xx00-0x 0xx00-0-x
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076	0xxx0-0-0 0xx00-0x 0xx00-0-x x0xx0-00-
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078	0XXX0-0-0 0XX0-0X- 0XX00-0-X X0XX0-00- X0X-0X00- X0X-0X00-
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078	0xx0-0-0 0xx0-0x- 0xx00-0-x x0x0-00- x0x-0x00- x0x-0-00x -xxx0-000
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078	0xx0-0-0 0xx-0x0-0 0xx00-0-x x0x00-0-x x0x-0x00- x0x-0-00x -xxx0-000
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q079 q080 q081	0xxx0-0-0 0xx0-0x- 0xx00-0-x x0xx0-00- x0x-0-00x -xxx0-000 xx0x000 0-xx0-0x0
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q079 q080 q081	0xxx0-0-0 0xx0-0x- 0xx00-0-x x0xx0-00- x0x-0x00- x0x-0x00- -xx0-000 -xx0-0x0 -xx0-0x0 -xx-0x000
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q079 q080 q081 q082	0xxx0-0-0 0xx-0x0-0 0xx00-0-x x0xx0-00- x0x-0x00- x0x-0x00- -xxx0-000 xx0x000 0-xx-0x0x0 0-x-0x0x0
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q079 q080 q081 q082 q083	0xx0-0-0 0xx0-0x- 0xx00-0x x0x00-0-x x0x0-0-0x x0x-0x00- x0x-0x000 xx0x000 0-xx0-0x0 -xx-0x000 0-x-0x0x0 0xx-0-0x0
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q079 q080 q081 q082 q083 q084	0xxx0-0-0 0xx0-0x- 0xx00-0x x0x00-0-x x0x00-0-x x0x-0-00x -xx0-000 -xx0-0x0 -xx-0x00 0-xx-0x00 0xx-0-0x0 0xx-0-0x0 x-x0000
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q079 q080 q081 q082 q083 q084 q085	0xxx0-0-0 0xx00-0x 0xx00-0-x x0x00-0-x x0x00-0-x x0x-0-00x -xx0-000 -xx0-0x0 0-xx0-0x0 0-x-0x0x 0xx-0-0x0 0-x00-0xx x-x0000-x -xx0000-x
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q079 q080 q081 q082 q083 q084 q085 q086	0xxx0-0-0 0xx0-0x- 0xx00-0x x0x00-0x x0x0-0x0 x0x-0x00 -xxx0-0x0 -xxx0-0x0 -xx0-0x0 0-xx-0x0x 0-xx-0x0x 0-xx0-0xx x-x0000-x x-xx000-x -xx000-x
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q079 q080 q081 q082 q083 q084 q085 q086 q087	0xx0-0-0 0xx0-0x 0xx00-0x x0x00-0x x0x00-0x x0x-0x00- x0x-0x00 -xxx0-000 -xx0000 0-xx0-0x0 0-x-0x00 0-x-0x00 0-x00-0x x-x0000-x -xx0000-x -xx0000-x -xx0000-x
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q080 q081 q082 q083 q084 q085 q086 q087 q088	0xx0-0-0 0xx0-0x 0xx00-0x x0x00-0x x0x00-0x x0x-0x00- x0x-0x00 -xxx0000 -xx0000 -xx-0x00 0xx-0-0x0 0xx-0-0x0 -xx0000 x-x000-x -xx000-x -xx000-x -xx000-x -xx000-x -xx000-x 0-xx00-x
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q080 q081 q082 q083 q084 q085 q086 q087 q088	0xx0-0-0 0xx0-0x- 0xx00-0x x0x00-0x x0x0-0x x0x-0x00 -xxx0-000 -xx0000 0-xx0-0x0 0-xx0-0x0 0-xx0-0x0 -xx000-x -xx000-x -xx000-x -xx000-x -xx000-x 0-x00-x 0-x00-x 0-x00-x 0-x00-x 0-x00-x
q070 q071 q072 q073 q074 q075 q076 q077 q078 q080 q081 q082 q083 q084 q085 q086 q087 q088	0xx0-0-0 0xx0-0x 0xx00-0x x0x00-0x x0x00-0x x0x-0x00- x0x-0x00 -xxx0000 -xx0000 -xx-0x00 0xx-0-0x0 0xx-0-0x0 -xx0000 x-x000-x -xx000-x -xx000-x -xx000-x -xx000-x -xx000-x 0-xx00-x

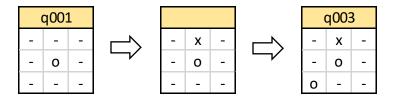
q093 0-0x0x0-x q094 000-0xx-x q095 0-0-0x0xx q096 xx0000x q097 x-0000x q099 xx000x-0 q101 0x0-0-xx0 q102 000x0xx q103 000-0xxx- q104 -x0-00xx0 q105 -0x00xx0 q107 0x0-0-0xx q109 0x0x0-0-x q110 0x-0-0xx q111 0xx000-xx q112 0-x00x-x q113 0-x00-xx q114 0x0-0-x0x q115 00x-0-x0x q117 00-0x0x q118 x0x00x0x q119 x0x00xx0 q121 x000xx0 q121 x000xx0 q122 0xxx000x q123 0xx000xx q124 0x0x00xx q125 0x00xxx q126 0x q129 0xx q129
q095 o-o-oxoxx q096 xxoooox q097 x-oooxx- q098 x-ooox-o q100 oxo-oxx-o q101 oxo-oxx-o q102 oooxoxx q103 ooo-oxx-o q104 -xo-ooxo q105 oxooxo q107 oxo-o-oxx q108 o-oxo-oxx q110 ox-o-oxx q111 oxxoo-x q112 o-xooox-x q113 o-xoo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q117 oooxox q118 xoxooxox q119 xoxooxxo q120 xxoooxxo q121 xoooxxo q122 oxxoooxxo q123 ooxxooxxo q124 oxooxxox q125 oxooxxox q126 ox q127 oxx q128 o-x-x
q096 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
q097 x-ooooxx- q098 x-oooox-x q099 -xoxoox-o q100 oxo-oxx-o q101 oxo-o-xxo q102 oooxoxx q103 ooo-oxxxo q104 -xo-ooxxo q105 oxooxxo q107 oxo-o-oxx q108 o-oxo-oxx q110 ox-oo-oxx q111 oxxoo-xx q112 o-xoox-x q113 ox-oo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q116 o-xo-xox q117 oooxox q118 xoxooxoxo q120 xxoooxxo q121 xoooxxo q121 xoooxxo q122 oxxxoooxx q123 ooxxooxxo q124 oxooxxox q125 oxooxxox q126 ox q127 oxx q128 o-x-x
q098 x-0000x-x q099 -x0x00x-0 q100 0x0-0xx-0 q101 0x0-0-xx0 q102 000x0xx q103 000-0xxx- q104 -x0-00xx0 q105 0x0xx0 q107 0x0-0-0xx q108 0-0x0-0xx q110 0x-00-0xx q111 0xx000-xx q112 0-x000x-x q113 0-x00-xx q114 0x0-0-x0x q115 00x-0-x0x q116 00-x0-x0x q117 000x0x q118 x0xx000x0 q119 x0x00xx0 q120 xxx000xx q121 x0000xx0 q122 0xxx000xx q123 0xxx000xx q124 0x0x00xx q125 0x00xx0x q126 0x q127 0xx q128 0-x-x
q099 -xoxoox-o q100 oxo-oxx-o q101 oxo-oxx-o q102 ooxoxx q103 ooo-oxx-o q104 -xo-ooxxo q105 oxooxxo q107 oxo-o-oxx q108 o-oxo-oxx q109 oxoo-o-x q111 oxooo-xx q112 o-xooox-x q113 o-xoo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q116 o-xo-xox q117 oooxox q118 xoxooxox q120 xxoooxxo q121 xoooxxo q122 oxxoooxxo q123 ooxxooxxo q124 oxoooxxo q125 oxoooxxo q126 ox q127 oxx q128 o-x-x
q100 oxo-oxx-o q101 oxo-o-xxo q102 oooxoxx q103 ooo-oxxx q104 -xo-ooxxo q105 oxooxxo q106 o-o-oxx q107 oxo-o-oxx q109 oxoxo-o-x q110 ox-o-oxx q111 oxxoo-xx q112 o-xoox-x q113 o-xoo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q116 o-xo-xox q117 oooxxox q118 xoxooxxo q120 xxoooxxo q121 xoooxxoo q121 xoooxxoo q122 oxxoooxxo q123 ooxxooxxo q124 oxooxxox q125 oxooxxox q126 ox q127 oxx q128 o-x-x
q101 0x0-0-xx0 q102 000x0xx q103 000-0xxx- q104 -x0-00xx0 q105 0x00xx0 q106 0-0-0xxx0 q107 0x0-0-0xx q109 0x0x0-0-x q111 0x-00-0xx q112 0-x000-xx q113 0-x000-xx q114 0x0-0-x0x q115 00x-0-x0x q117 000x0x q118 x0xx00x0x q120 xx000xx0 q121 x0000xx0 q122 0xxx000xx q123 00xx00xx q124 0x00xx0x q125 0x00xx0x q126 0x q127 0xx q128 0-x-x
q102 000x0xx q103 000-0xxx- q104 -x0-00xx0 q105 0x00xx0 q106 0-0-0xxx0 q107 0x0-0-0xx q109 0x0x0-0-x q110 0x-00-0xx q111 0xx000-x q112 0-x000x-x q113 0-x00-xx q114 0x0-0-x0x q115 00x-0-x0x q117 000x0x q118 x0xx000x0 q120 xx000xx00 q121 x0000xxx0 q122 0xxx000xx q123 00xx000xx q124 0x0x00xx q125 0x000xx0x q126 0x q127 0xx q128 0-x-x
q103 000-0xxx- q104 -x0-00xx0 q105 0x00xx0 q106 0-0-0xxx0 q107 0x0-0-0xx q109 0x0x0-0-x q110 0x-00-0xx q111 0xx000-xx q112 0-x000x-x q113 0-x000-xx q114 0x0-0-x0x q115 00x-0-x0x q116 00-x0-x0x q117 000x0x q118 x0x000x0 q120 xx000xx0 q121 x0000xx0 q122 0xxx000x q123 00xx000x q124 0x0x00xx q125 0x000xx0x q126 0x q127 0xx q128 0-x-x
q104 -xo-ooxxo q105 oxooxxo q106 o-o-oxxxo q107 oxo-oxx q108 o-oxo-oxx q109 oxoxo-o-x q110 ox-oo-oxx q111 oxxoo-x q112 o-xoox-x q113 o-xoo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q116 o-xo-xox q117 oooxxox q118 xoxooxoxo q120 xxoooxxo q121 xooooxxo q122 oxxxooox q123 ooxxooxxo q124 oxooxxox q125 oxooxxox q126 ox q127 ox-x q128 o-x-x-o-
q105 oxooxxo q106 o-o-oxxxo q107 oxo-o-oxx q108 o-oxo-oxx q109 oxoo-o-x q111 oxooo-xx q112 o-xooox-x q113 o-xooo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q116 oo-xo-xox q117 oooxox q118 xoxooxoxo q120 xxoooxxo q121 xooooxxo q122 oxxoooxxo q123 ooxxooxxo q124 oxoooxxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxx-o- q128 o-x-x-o-
q106 o-o-oxxxo q107 oxo-o-oxx q108 o-oxo-oxx q109 oxoxo-o-x q110 ox-oo-oxx q111 oxxooo-x q112 o-xooox-x q113 o-xoo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q116 oo-xo-xox q117 oooxxox q118 xoxxooxox q120 xxoooxxo q121 xooooxxo q122 oxxxooox q123 ooxxooxxo q124 oxoooxxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxx q128 o-x-x-o
q107 0x0-0-0xx q108 0-0x0-0xx q109 0x0x0-0-x q110 0x-00-0xx q111 0xx000-x q112 0-x000-xx q113 0-x000-xx q114 0x0-0-x0x q115 00x-0-x0x q117 00-0x0x q118 x0xx00xx q120 xx000xx0 q121 x0000xxx0 q122 0xxx000x q123 00xx000xx q124 0x0x00xx q125 0x000xx0x q126 0x q127 0xx q128 0-x-x
q108 o-oxo-oxx q109 oxoxo-o-x q110 ox-oo-oxx q111 oxooo-x q112 o-xooo-xx q113 o-xooo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q116 oo-xo-xox q117 oo-oxox q118 xoxxooxo q120 xxoooxxoo q121 xooooxxoo q122 oxxxooox q123 ooxxooxxo q124 oxoooxxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxx q128 o-x-x-o
q109
q110 ox-oo-oxx q111 oxxooo-x q112 o-xooox-x q113 o-xooo-xx q114 ox-o-xox q115 oox-o-xox q116 oo-xo-xox q117 oooxxox q118 xoxxooxo q119 xoxooxxo q120 xxoooxxo q121 xooooxxo q122 oxxxooox q123 ooxxooxxo q124 oxoooxxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q111 oxxooo-x q112 o-xooox-x q113 o-xooo-xx q114 ox-o-xox q115 oox-o-xox q116 oo-xo-xox q117 oooxxox q118 xoxxooxo q120 xxoooxxo q121 xooooxxo q122 oxxxooox q123 ooxxooxxo q124 oxoooxxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxx q128 o-x-x-o
q112 o-xooox-x q113 o-xooo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q116 oo-xo-xox q117 oooxxox q118 xoxxooxox q120 xxoooxxo q121 xooooxxo q122 oxxxooox q123 ooxxooox q124 oxoooxxo q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxx q128 o-x-x-o
q113 o-xooo-xx q114 oxo-o-xox q115 oox-o-xox q116 oo-xo-xox q117 oooxxox q118 xoxxooxox q119 xoxooxxoo q120 xxoooxxoo q121 xooooxxxoo q122 oxxxoooxx q123 ooxxoooxx q124 oxoooxxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q114 0x0-0-x0x q115 00x-0-x0x q116 00-x0-x0x q117 000xx0x q118 x0xx000x0 q119 x0x00xx00 q121 x0000xx00 q122 0xxx000x q123 00xx000x q124 0x0x00xx q125 0x000xx0x q126 0x q127 0xx0- q128 0-x-x-0
q115 oox-o-xox q116 oo-xo-xox q117 oooxxox q118 xoxxooxxo q119 xoxooxxo q120 xxoooxxo q121 xoooxxxo q122 oxxxooox q123 ooxxooxx q124 oxoxooxx q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q116 oo-xo-xox q117 oooxxox q118 xoxxooxoxo q119 xoxooxxoo q120 xxoooxxoo q121 xooooxxxoo q122 oxxxoooxx q123 ooxxoooxx q124 oxoxooxxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q117 oooxxox q118 xoxxoooxo q119 xoxooxoxo q120 xxoooxxoo q121 xooooxxoo q122 oxxxooox q123 ooxxoooxx q124 oxoooxxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q118 xoxxooxo q119 xoxooxxoo q120 xxoooxxoo q121 xooooxxoo q122 oxxxooox q123 ooxxoooxx q124 oxoooxxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q119 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
q120 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
q121 x0000xxx0 q122 0xxx0000x q123 00xx000xx q124 0x0x00x0x q125 0x000xx0x q126 0x q127 0xx0- q128 0-x-x-0
q122 oxxxoooox q123 ooxxoooxx q124 oxoxooxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q123 ooxxoooxx q124 oxoxooxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q124 oxoxooxox q125 oxoooxxox q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q125 0x000xx0x q126 0x q127 0xx0- q128 0-x-x-0
q126 ox q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q127 oxxo- q128 o-x-x-o
q128 o-x-x-o
q128 o-x-x-o
all 29 Inxxn I
4123 0 KAO
q130 ooxx
q131 o-o-x-x
q132 ooxx-
!
q133 o-o-xx
q133 o-o-xx q134 oxx-x-oo-
q133 0-0-xx q134 0xx-x-00- q135 0x-xx0-0-
q133 o-o-xx q134 oxx-x-oo-

q138	0XX-00X
q139	oxxox-o
q140	0-xxx00
q141	o-xoxxo
q142	o-xox-ox-
q143	0-x0x-0-x
q144	o-oxxox
q145	00-XX0-X-
q146	0xx00-x
q147	ox-oxxo
q148	0-00XXX
q149	ooxxox-
q150	ooxxo-x
q151	000XX-X
q152	000-XXX
q153	000-x-xx-
q154	000-x-x-x
q155	00X-X-0X-
q156	000XXX-
q157	000-XX-X-
q158	000-xxx
q159	0x0-x0x
q160	000XXX
q161	000-xxx
q162	0xxxx-000
q163	oxxoxxoo-
q164	oxxox-oox
q165	oxxxxoox
q166	oxoxxoxox
q167	oxooxxxox
q168	ox-oxxoox
q169	ooxxxooxx
q170	oxoxxox-o
q171	oooxxoxx-
q172	oooxxox-x
q173	oooxxo-xx
q174	ooooxxxx-
q175	0000xxx-x
q176	ooxoxxox-
q177	ooxox-oxx
q178	x00-0-x0x
q179	-00x0-x0x
q180	-00-0xx0x

Pada tabel di atas, state menang diberi warna hijau sedangkan state seri diberi warna biru.

C. STATE DAN AKSI

State pada DFA merupakan state di mana pemain baru saja meletakkan X berikutnya dan komputer kemudian membalas gerakan pemain. Sebagai contoh, state q001 merupakan state di mana komputer mulai terlebih dahulu. Pemain kemudian dapat meletakkan X di posisi 1-4 atau 6-9. Misalkan pemain meletakkan X di 2, maka komputer akan membalas gerakan tersebut dengan meletakkan O di posisi 7. State berubah menjadi q003.



Gerakan komputer ditentukan berdasarkan gerakan yang terbaik untuk memenangkan atau membuat seri permainan tic-tac-toe secara cepat. Referensi untuk gerakan komputer terbaik diambil dari Wikipedia dan Quora.

Dalam program digunakan sebuah fungsi yang diberi nama Trans untuk menentukan transisi, dengan parameter CState dan x, di mana CState adalah *state* permainan saat ini dan x adalah indeks transisi yang dicari. Indeks transisi untuk p (kondisi ketika pemain mulai terlebih dahulu) adalah -1 dan c (kondisi ketika komputer mulai terlebih dahulu) adalah 0, sedangkan untuk x = 1...9 indeks adalah x + 2. Untuk fungsi Trans secara lengkap, serta fungsi-fungsi lainnya, terdapat pada bagian *source code* laporan ini.

D. SOURCE CODE

Source code program terdiri dari sebuah program utama yang menjalankan fungsi Play, serta fungsi-fungsi sebagai berikut:

a. Prosedur Print

Prosedur Print adalah fungsi yang digunakan untuk membaca kamus state pada file eksternal dan mencetak gambaran setiap kotak permainan dalam bentuk *grid* pada saat *state* tertentu. Prosedur ini memiliki parameter CState, yaitu *state* permainan pada saat ini.

```
void Print (char * state) {
   FILE *fp;
   char MARK[6], label[5], content[10];

   fp = fopen("file.txt", "r");

   fscanf(fp, "%s", MARK);
   while (strcmp(MARK, "KAMUS") != 0) {
```

```
fscanf(fp, "%s", MARK);
}

fscanf(fp, "%s", label);
while (strcmp(label, state) != 0) {
    fscanf(fp, "%s", label);
    fscanf(fp, "%s", label);
}

fscanf(fp, "%s", content);
printf("%c %c %c\n", content[0], content[1], content[2]);
printf("%c %c %c\n", content[3], content[4], content[5]);
printf("%c %c %c\n", content[6], content[7], content[8]);
};
```

b. Fungsi Trans

Fungsi Trans adalah fungsi yang digunakan untuk membaca tabel transisi pada file eksternal dan menentukan transisi *state* permainan setelah pemain memasukkan gerakannya selanjutnya. Fungsi ini memiliki parameter CState dan x, di mana CState adalah *state* permainan pada saat ini dan x adalah indeks transisi. Indeks transisi untuk p adalah -1 dan c adalah 0, sedangkan untuk x = 1...9 indeks adalah x + 2. Keluaran dari fungsi ini berupa "string" yang berisi *state* permainan yang sudah diubah.

```
char* Trans (char * state, int x) {
    FILE *fp;
    char MARK[9], skip[2], s[5], to[5], *final;
    fp = fopen("file.txt", "r");
    fscanf(fp, "%s", MARK);
    while (strcmp(MARK, "TRANSISI") != 0) {
        fscanf(fp, "%s", MARK);
    }
    for (int i = 1; i <= 11; i++) {
        fscanf(fp, "%s", skip);
    }
    fscanf(fp, "%s", s);
    while (strcmp(s, state) != 0) {
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi p
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi c
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi 1
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi 2
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi 3
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi 4
```

```
fscanf(fp, "%s", s); //transisi 5
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi 6
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi 7
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi 8
        fscanf(fp, "%s", s); //transisi 9
        fscanf(fp, "%s", s); //state berikutnya
    }
    for (int i = 1; i <= x+2; i++) {
        fscanf(fp, "%s", to);
    if (strcmp(to, "----") != 0) {
        final = to;
    } else {
        printf("That spot is occupied.\n");
        final = state;
    }
    return final;
}
```

c. Prosedur CheckWin

Prosedur CheckWin adalah fungsi yang digunakan untuk membaca daftar *state* menang pada file eksternal dan menetukan apakah *state* saat ini merupakan *state* di mana komputer sudah menang. Prosedur ini memiliki parameter CState dan win, di mana CState adalah *state* permainan pada saat ini dan win adalah "boolean" yang menyatakan apakah komputer menang atau tidak.

```
void CheckWin (char * state, int * win) {
    FILE *fp;
    char MARK[9], s[5];
    fp = fopen("file.txt", "r");
    fscanf(fp, "%s", MARK);
    while (strcmp(MARK, "MENANG") != 0) {
        fscanf(fp, "%s", MARK);
    }
    fscanf(fp, "%s", s);
    while (strcmp(s, "END") != 0) {
        if (strcmp(s, state) == 0) {
            *win = 1;
            break;
        } else {
            fscanf(fp, "%s", s);
        }
```

```
}
```

d. Prosedur CheckTie

Prosedur CheckTie adalah fungsi yang digunakan untuk membaca daftar *state* seri pada file eksternal dan menetukan apakah *state* saat ini merupakan *state* di mana terjadi seri. Prosedur ini memiliki parameter CState dan tie, di mana CState adalah *state* permainan pada saat ini dan tie adalah "boolean" yang menyatakan apakah permainan seri atau tidak.

```
void CheckTie (char * state, int * tie) {
    FILE *fp;
    char MARK[9], s[5];
    fp = fopen("file.txt", "r");
    fscanf(fp, "%s", MARK);
    while (strcmp(MARK, "SERI") != 0) {
        fscanf(fp, "%s", MARK);
    }
    fscanf(fp, "%s", s);
    while (strcmp(s, "END") != 0) {
        if (strcmp(s, state) == 0) {
            *tie = 1;
            break;
        } else {
            fscanf(fp, "%s", s);
        }
    }
}
```

e. Prosedur Play

Prosedur Play adalah prosedur yang menggabungkan fungsi Print, Trans, CheckWin, dan CheckTie. Prosedur ini tidak memiliki parameter.

```
void play () {
    char CState[5] = "q000";
    char history[100] = "q000";
    char first, dump[100];
    int move;
    int win, tie = 0;

printf("\nFirst player (x = you, o = CPU): ");
    scanf(" %c", &first);
```

```
while ((first != 'x') && (first != 'o')) {
        printf("Your input is not 'x' or 'o'.\n");
        printf("Re-input: "); scanf(" %c", &first);
    }
    printf("\nFirst move is filling the middle slot.\n");
    if (first == 'x') {
        strcpy(CState, Trans(CState, -1));
    if (first == 'o') {
        strcpy(CState, Trans(CState, 0));
    Print(CState);
    strcat(history, " -> "); strcat(history, CState);
    while ((win == 0) && (tie == 0)) {
        printf("Your next move (1-9): ");
        if (scanf("%d", &move)) {
            if ((move >= 1) && (move <= 9)) {
                strcpy(CState, Trans(CState, move));
                printf("\n"); Print(CState);
                strcat(history, " -> "); strcat(history, CState);
                CheckWin(CState, &win);
                CheckTie(CState, &tie);
            } else {
                printf("You can only input numbers 1-9.\n\n");
        } else {
            printf("You can only input a number!\n\n");
            scanf("%s", dump);
        }
    }
    if (win) {
        printf("\nCPU wins.\n");
    } else if (tie) {
        printf("\nIt's a tie.\n");
    } else {
        printf("\nDefintely an error...\n");
    }
    printf("\nStates history: %s\n", history);
}
```

E. CONTOH INPUT-OUTPUT

Untuk memastikan program berjalan dengan baik, dilakukan beberapa pengujian. Berikut merupakan contoh input dan output program. Output ditebalkan dan diberi garis bawah.

```
Tes 1:
First player (x = you, o = CPU): \underline{\mathbf{y}}
Your input is not 'x' or 'o'.
Re-input: a
Your input is not 'x' or 'o'. Also, I can only read one word at a time.
Please don't tease me.
Re-input: <u>x</u>
First move is filling the middle slot.
0 - -
- X -
- - -
Your next move (1-9): <u>7</u>
0 - 0
- x -
x - -
Your next move (1-9): 2
0 X 0
- x -
x o -
Your next move (1-9): 4
0 \times 0
ххо
хох
It's a tie.
States history: q000 -> q126 -> q131 -> q137 -> q166
```

```
Test 2:
First player (x = you, o = CPU): \underline{o}
First move is filling the middle slot.
- 0 -
Your next move (1-9): 0
You inserted 0. You can only input numbers 1-9.
Your next move (1-9): <u>a</u>
You can only input numbers!
Your next move (1-9): 3
- - X
- 0 -
0 - -
Your next move (1-9): 2
0 X X
- 0 -
0 - -
Your next move (1-9): 4
o x x
x o -
0 - 0
CPU wins.
States history: q000 -> q001 -> q004 -> q017 -> q070
```

F. REFERENSI

Subramaniam, Arjun. (2015). *Is there a way to never lose at Tic-Tac-Toe?*. Diakses September 2018, dari

https://www.quora.com/Is-there-a-way-to-never-lose-at-Tic-Tac-Toe.

Wikipedia. (2018). *Tic-tac-toe*. Diakses September 2018, dari https://en.wikipedia.org/wiki/Tic-tac-toe.