

LAPORAN PENELITIAN

**STRATEGI TERBAIK SUATU TIM UNTUK
MENCAPAI PERINGKAT TERTENTU DALAM
SUATU TURNAMEN**



Disusun oleh:

Benny Yong, M.Si.

Liem Chin, M.Si.

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG 2011**

ABSTRAK

STRATEGI TERBAIK SUATU TIM UNTUK MENCAPAI PERINGKAT TERTENTU DALAM SUATU TURNAMEN

Oleh:
BENNY YONG, LIEM CHIN

Dalam suatu turnamen, tentu saja para pesertanya berlomba-lomba untuk menjadi yang terbaik. Strategi para peserta tentu saja sangat diperlukan, apalagi bila turnamen tersebut berlangsung cukup lama seperti kejuaraan sepakbola *Barclays Premier League* (di Indonesia dikenal dengan Liga Inggris). Tim-tim yang berlaga pada kejuaraan ini tentu saja tidak harus selalu menang pada setiap pertandingan. Namun, mereka harus mempunyai strategi yang baik agar memperoleh poin yang cukup untuk masuk ke kejuaraan selanjutnya, misalkan *UEFA Champion League*. Pada kejuaraan sepakbola *UEFA Champion League*, ada 48 tim sepakbola dari berbagai tim sepakbola yang ada di daratan Eropa. Empat di antaranya berasal dari tim Liga Inggris, tiga di antaranya langsung masuk *group stage* sedangkan satu tim masuk babak *playoff* (aturan ini dimulai musim kompetisi 2009/2010, sedangkan sebelumnya, dua tim langsung masuk *group stage* dan dua tim masuk babak *playoff*). Keempat tim ini merupakan peringkat 1 hingga 4 pada Liga Inggris musim kompetisi setahun sebelumnya. Kedua puluh tim yang ada di Liga Inggris tentu saja harus bersaing untuk masuk empat besar agar dapat memperoleh kesempatan berlaga di *UEFA Champion League*. Pada Liga Inggris sendiri, pertandingan dilakukan secara kompetisi penuh, artinya setiap tim bertanding dua kali (tandang dan kandang) dengan tim lainnya. Untuk setiap pertandingan, tim yang menang memperoleh 3 poin, tim yang seri memperoleh 1 poin, sedangkan tim yang kalah tidak memperoleh poin sama sekali. Dengan aturan demikian, perlu dicari informasi tentang banyaknya kemenangan minimum (seri dianggap sebagai 1/3 kemenangan) suatu tim agar dapat memperoleh kesempatan untuk berlaga di *UEFA Champion League*.

Kata kunci: *UEFA Champion League*, teknik menghitung, simulasi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas selesainya laporan penelitian ini. Kami mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Matematika UNPAR dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UNPAR yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan penelitian sebagai salah satu tugas Tri Darma Perguruan Tinggi.

Laporan penelitian kami yang berjudul "Strategi Terbaik Suatu Tim Untuk Mencapai Peringkat Tertentu Dalam Suatu Turnamen" ini disusun sebagai laporan tertulis kegiatan penelitian yang kami lakukan. Laporan lisan dalam bentuk presentasi dan diskusi telah kami laksanakan pada tanggal 9 Desember 2011 dihadapan komunitas dosen Fakultas Teknologi Informasi dan Sains.

Hasil penelitian kami mungkin masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kami memohon maaf atas ketidaksempurnaan penelitian ini. Akhirnya, semoga laporan penelitian ini bermanfaat, baik dari segi pengembangan keilmuan maupun dalam aplikasinya. Komentar dan saran untuk pengembangan topik ini lebih lanjut sangat kami nantikan. Komentar dan saran dapat disampaikan melalui e-mail ke alamat: benny_y@unpar.ac.id atau chin@unpar.ac.id

Bandung, 23 Desember 2011

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 PERTANYAAN PENELITIAN.....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 SISTEMATIKA PEMBAHASAN	3
KAJIAN TEORITIS	5
2.1 PRINSIP DASAR PERHITUNGAN	5
2.2 AUSTRALIAN FOOTBALL LEAGUE (AFL).....	7
METODOLOGI DAN HASIL PENELITIAN.....	13
SIMPULAN.....	25
4.1 SIMPULAN.....	25
4.2 SARAN.....	25
DAFTAR PUSTAKA.....	27
LAMPIRAN PROGRAM A.....	28
LAMPIRAN PROGRAM B.....	31
LAMPIRAN PROGRAM C.....	33
LAMPIRAN PROGRAM D.....	35
LAMPIRAN PROGRAM E	38
LAMPIRAN PROGRAM F	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Banyaknya kemenangan yang diperoleh tim peringkat 8 dan 9 pada akhir babak penyisihan AFL (1995-2010).....	7
Tabel 2 Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (4 kemenangan)	9
Tabel 3 Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (11 kemenangan) Error! Bookmark not defined.	0
Tabel 4 Jadwal eksplisit untuk 7 babak tambahan Error! Bookmark not defined.	1
Tabel 5 Simulasi skenario hasil akhir Liga Inggris (65 poin)	15
Tabel 6 Simulasi skenario hasil akhir Liga Inggris (35 poin)	16
Tabel 7 Banyaknya kemenangan yang diperoleh tim peringkat 4 dan 5 pada akhir kompetisi Liga Inggris (2001-2010).....	17
Tabel 8 Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (51 poin)	19
Tabel 9 Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (16 poin)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10 Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (102 poin)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 11 Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (32 poin)	Error! Bookmark not defined.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Dalam suatu turnamen, tentu saja para pesertanya berlomba-lomba untuk menjadi yang terbaik. Strategi para peserta tentu saja sangat diperlukan, apalagi bila turnamen tersebut berlangsung cukup lama seperti kejuaraan sepakbola Australian Football League (AFL). Pada Australian Football League (AFL), ada dua babak, yaitu babak penyisihan dan utama. Babak penyisihan terdiri dari 16 tim yang bertanding secara setengah kompetisi (masing-masing tim hanya bertanding satu kali). Jadi setiap tim bertanding sebanyak 15 kali. Setelah itu masing-masing tim bertanding 7 kali lagi dengan lawan yang dipilih dengan aturan tertentu. Setelah selesai menjalankan 22 kali pertandingan, 8 tim dengan poin terbanyak akan bertanding pada babak utama [1]. Poin setiap tim dihitung sebagai berikut: 4 poin jika menang, 2 poin jika seri, dan 0 poin jika kalah.

Anggap bahwa tim yang seri sebagai tim yang memperoleh 0.5 kemenangan. Tabel berikut ini memperlihatkan banyaknya kemenangan yang dicapai oleh tim yang berada pada peringkat 8 dan 9 untuk musim kompetisi tahun 1995 – 2004 (data diambil dari [1])

Peringkat	Tahun									
	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04
8	10	11.5	10.5	12	11	12	12	11	13	12
9	9	11	10.5	12	10.5	11	11	11	12	11

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa tim yang memperoleh 12 kemenangan dapat melaju ke babak utama namun hal ini bukanlah merupakan syarat cukup.

Dari gagasan yang dibahas Bob Clarke ini, kami akan mencoba untuk menerapkannya pada sistem kompetisi lain, yaitu Barclays Premier League (di Indonesia dikenal dengan Liga Inggris) di mana pada liga ini aturan pertandingannya adalah kompetisi penuh (berbeda dengan AFL). Aturan pemberian poin pun berbeda dengan AFL, yaitu 3 poin untuk tim yang menang, 1 poin untuk tim yang seri, dan 0 poin untuk tim yang kalah. Empat tim teratas pada Liga Inggris suatu musim kompetisi akan melanjutkan laganya di UEFA Champion League musim kompetisi berikutnya (dengan asumsi tidak ada juara bertahan yang berasal dari Liga Inggris). Dengan aturan yang demikian, kami akan menentukan banyaknya kemenangan minimum yang dibutuhkan suatu tim di Liga Inggris agar dapat masuk ke UEFA Champion League.

1.2 PERTANYAAN PENELITIAN

Penelitian ini ingin menjawab pertanyaan:

1. Bagaimana mencari banyaknya kemenangan minimum (atau batas atas minimum) agar suatu tim dapat lolos ke turnamen berikutnya?
2. Bagaimana mencari banyaknya kemenangan maksimum (atau batas bawah maksimum) sehingga suatu tim dipastikan tidak akan lolos ke turnamen berikutnya?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah

1. Mencari banyaknya kemenangan minimum agar suatu tim dapat lolos ke turnamen berikutnya,
2. Mencari banyaknya kemenangan maksimum sehingga suatu tim dipastikan tidak akan lolos ke turnamen berikutnya,
3. Memberikan contoh beberapa skenario (dalam bentuk simulasi) di mana suatu tim dapat lolos ke turnamen berikutnya atau tidak akan lolos ke turnamen berikutnya.

1.4 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Sistematika pembahasan penelitian ini dibagi menjadi 4 bab, yaitu:

BAB 1 Pendahuluan

Pada bab ini dibahas mengenai alasan yang menjadi latar belakang penelitian ini dilaksanakan, kemudian pertanyaan penelitian yang ingin dicari jawabnya, tujuan penelitian, dan sistematika pembahasan dalam laporan penelitian ini untuk memperoleh gambaran utuh mengenai penelitian yang telah dilaksanakan.

BAB 2 Kajian Teoritis

Bab ini membahas secara singkat mengenai model kemenangan minimum agar suatu tim dapat lolos ke babak berikutnya pada turnamen sepak bola AFL. Tujuannya adalah memberikan gambaran kepada pembaca mengenai beberapa teori yang relevan dan digunakan sebagai landasan untuk mencari jawaban dalam penelitian ini.

BAB 3 Metodologi dan Hasil Penelitian

Bab ini membahas mengenai prosedur penelitian dan temuan-temuan yang diperoleh dari penelitian serta simulasi dari beberapa skenario yang mendukung temuan penelitian tersebut.

BAB 4 Kesimpulan

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian dan saran untuk penelitian lanjutan.

BAB 2

KAJIAN TEORITIS

2.1 PRINSIP DASAR PERHITUNGAN

Ada dua prinsip dasar perhitungan yang akan dibahas di sini, yaitu aturan perkalian (*product rule*) dan aturan penjumlahan (*sum rule*).

Aturan perkalian: Misalkan suatu prosedur dapat dipecah menjadi dua tugas. Jika ada n_1 cara untuk melakukan tugas pertama dan ada n_2 cara untuk melakukan tugas kedua setelah tugas pertama dilakukan, maka ada n_1n_2 cara untuk melakukan prosedur tersebut.

Aturan perkalian ini seringkali dinyatakan dalam bentuk himpunan-himpunan sebagai berikut:

Jika A_1, A_2, \dots, A_m merupakan himpunan-himpunan hingga, maka banyaknya unsur pada hasil kali Cartesius himpunan-himpunan ini adalah hasil kali dari banyaknya unsur masing-masing himpunan tersebut. Untuk menghubungkan hal ini dengan aturan perkalian, perhatikan bahwa tugas memilih suatu unsur pada hasil kali Cartesius $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_m$ dilakukan dengan cara memilih suatu unsur pada A_1 , suatu unsur pada A_2 , ..., dan suatu unsur pada A_m . Dengan aturan perkalian, diperoleh bahwa

$$|A_1 \times A_2 \times \dots \times A_m| = |A_1| \times |A_2| \times \dots \times |A_m|$$

Aturan penjumlahan: Jika suatu tugas dapat dilakukan dengan n_1 cara dan tugas kedua dapat dilakukan dengan n_2 cara, dan jika tugas-tugas ini tidak dapat dilakukan

pada saat yang bersamaan, maka ada $n_1 + n_2$ cara untuk melakukan salah satu tugas ini.

Aturan penjumlahan ini seringkali dinyatakan dalam bentuk himpunan-himpunan sebagai berikut:

Jika A_1, A_2, \dots, A_m merupakan himpunan-himpunan yang *disjoint* ($A_i \cap A_j = \emptyset$ jika $i \neq j$), maka banyaknya unsur pada gabungan himpunan-himpunan ini adalah jumlah dari banyaknya unsur gabungan himpunan-himpunan tersebut. Untuk menghubungkan hal ini dengan aturan penjumlahan, misalkan T_i adalah tugas untuk memilih suatu unsur dari A_i untuk $i = 1, 2, \dots, m$. Ada $|A_i|$ cara untuk melakukan T_i . Dari aturan penjumlahan, karena tidak ada dua tugas yang dapat dilakukan pada saat yang bersamaan, maka banyaknya cara untuk memilih suatu unsur dari gabungan himpunan-himpunan ini adalah

$$|A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_m| = |A_1| + |A_2| + \dots + |A_m|$$

Prinsip Inklusi-Eksklusi

Jika A dan B merupakan dua buah himpunan sebarang, maka banyaknya unsur $|A \cup B|$ adalah

$$|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$$

Secara umum, diberikan pada teorema berikut ini.

Teorema Inklusi-Eksklusi: Misalkan A_1, A_2, \dots, A_n merupakan himpunan-himpunan hingga. Maka

$$\begin{aligned} |A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n| &= \sum_{1 \leq i \leq n} |A_i| - \sum_{1 \leq i < j \leq n} |A_i \cap A_j| \\ &\quad + \sum_{1 \leq i < j < k \leq n} |A_i \cap A_j \cap A_k| - \dots \\ &\quad + (-1)^{n+1} |A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_n| \end{aligned}$$

2.2 AUSTRALIAN FOOTBALL LEAGUE (AFL)

Pada subbab ini akan dicari banyaknya kemenangan minimum agar suatu tim dapat lolos ke babak utama AFL dan banyaknya kemenangan maksimum agar suatu tim tidak lolos ke babak utama AFL. Berikut ini adalah sistem yang berlaku di AFL:

1. Babak penyisihan terdiri dari 16 tim, tiap tim bermain 15 kali dengan tim lain yang berbeda (setengah kompetisi) dan tambahan 7 kali bermain dengan tim yang dipilih dengan aturan tertentu (total 22 kali bermain).
2. Delapan tim dengan poin terbanyak akan bermain di babak utama.
3. Perolehan poin:
 - a. Menang: 4
 - b. Seri: 2
 - c. Kalah: 0

Tabel berikut menunjukkan banyaknya kemenangan yang diperoleh tim peringkat 8 dan 9 pada akhir babak penyisihan untuk musim kompetisi 1995-2010 (1 kali seri dihitung sebagai $\frac{1}{2}$ kali menang).

Tabel 1. Banyaknya kemenangan yang diperoleh tim peringkat 8 dan 9 pada akhir babak penyisihan AFL (1995-2010)

Peringkat	Tahun															
	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
8	10	11.5	10.5	12	11	12	12	11	13	12	11,5	13	12	12	10,5	11
9	9	11	10.5	12	10.5	11	11	11	12	11	11	11	11,5	11,5	9	11

Teorema 2.2.1

Jika babak penyisihan adalah $\frac{1}{2}$ kompetisi, maka

1. Setiap tim dengan banyaknya kemenangan lebih dari atau sama dengan 11,5 akan lolos ke babak utama

2. Tidak ada tim dengan banyaknya kemenangan kurang dari atau sama dengan 3,5 akan lolos ke babak utama

Bukti:

Misalkan 16 tim terdiri dari 9 tim teratas dan 7 tim terbawah. Total pertandingan ada $\binom{16}{2} = 120$ pertandingan. Jadi maksimum ada 120 kemenangan yang terjadi. Sedangkan dari 7 tim terbawah ada $\binom{7}{2} = 21$ pertandingan yang dimainkan antar ketujuh tim terbawah. Jadi maksimum ada 21 kemenangan. Karena setiap tim bermain 15 kali, maka 9 tim teratas dapat memenangkan pertandingan maksimum 99 (120-21) kali diantara 16 tim. Jadi setiap tim manapun yang memenangkan lebih dari 11 (99/9) kali pertandingan akan masuk 8 besar dan lolos ke babak utama. Analog, asumsikan 7 tim teratas dan 9 tim terbawah, maka setiap tim yang kalah lebih besar dari 11 kali akan berada pada posisi 8 terbawah dan gagal lolos ke babak utama. Untuk membuktikan hasil kedua, perhatikan skenario berikut. Misalkan setiap 7 tim terbawah kalah pada semua pertandingan melawan 9 tim teratas dan menang 3 kali dari 6 pertandingan melawan 7 tim terbawah lainnya. Misalkan 9 tim teratas menang 4 kali dari 8 kali pertandingan melawan 9 tim teratas lainnya. Maka tiap 7 tim terbawah berakhir dengan 3 kemenangan dan tiap 9 tim teratas berakhir dengan 11 (7+4) kemenangan. Jadi ada tim dengan 11 kemenangan gagal lolos ke babak utama.

Berikut ini adalah contoh simulasi skenario tentang banyaknya kemenangan suatu tim yang mungkin diperoleh agar tim tersebut dapat masuk ke babak utama, yaitu dengan total 4 kemenangan. Jika tim tersebut memperoleh kemenangan lebih dari 4, maka tim tersebut mungkin lolos ke babak utama, tetapi jika kurang dari 4 kemenangan, maka tim tersebut dipastikan tidak akan lolos ke babak utama (dijamin oleh Teorema 2.2.1).

Tabel 2. Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (4 kemenangan)

Peringkat	Menang	Seri	Kalah	Total kemenangan
1	9	6	0	12
2	9	6	0	12
3	9	6	0	12
4	9	6	0	12
5	9	6	0	12
6	9	6	0	12
7	9	6	0	12
8	0	8	7	4
9	0	8	7	4
10	0	8	7	4
11	0	8	7	4
12	0	8	7	4
13	0	8	7	4
14	0	8	7	4
15	0	8	7	4
16	0	8	7	4

Perhatikan bahwa peringkat 9 sampai dengan 16 mempunyai total kemenangan yang sama dengan peringkat 8, tetapi tim-tim itu tidak lolos ke babak utama, karena untuk kasus seperti ini tim yang menjadi peringkat 8 merupakan tim dengan banyaknya memasukkan gol dikurangi banyaknya kemasukan gol adalah paling besar.

Berikut ini adalah contoh simulasi skenario tentang banyaknya kemenangan suatu tim dengan 11 kemenangan sehingga tim itu tidak lolos ke babak utama. Jika tim tersebut memperoleh kemenangan kurang dari 11, maka tim tersebut mungkin tidak akan lolos ke babak utama (tidak dijamin), tetapi jika tim tersebut memperoleh total

kemenangan lebih dari 11, maka dipastikan tim tersebut lolos ke babak utama (dijamin oleh Teorema 2.2.1).

Tabel 3. Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (11 kemenangan)

Peringkat	Menang	Kalah	Seri	Total kemenangan
1	7	0	8	11
2	7	0	8	11
3	7	0	8	11
4	7	0	8	11
5	7	0	8	11
6	7	0	8	11
7	7	0	8	11
8	7	0	8	11
9	7	0	8	11
10	0	9	6	3
11	0	9	6	3
12	0	9	6	3
13	0	9	6	3
14	0	9	6	3
15	0	9	6	3
16	0	9	6	3

Teorema 2.2.2

Untuk babak penyisihan dengan total 22 kali bermain,

1. Setiap tim dengan banyaknya kemenangan lebih dari atau sama dengan 17,5 akan lolos ke babak utama
2. Tidak ada tim dengan banyaknya kemenangan kurang dari atau sama dengan 4,5 akan lolos ke babak utama

Bukti:

Total seluruh pertandingan dari 7 tim terbawah adalah $\binom{7}{2} = 21$ pertandingan (antar 7 tim tersebut). Jadi maksimum ada 21 kemenangan. Karena total seluruh pertandingan ada 176 ($\frac{16 \times 22}{2}$) pertandingan, maka 9 tim teratas dapat memenangkan paling banyak 155 (176-21) pertandingan (diantara semua tim). Jadi setiap tim yang menang lebih dari $17\frac{2}{9}$ (155/9) pertandingan akan berada pada posisi 8 besar dan lolos ke babak utama. Analog, setiap tim yang kalah lebih dari atau sama dengan 17 akan berada pada posisi 8 terbawah dan gagal masuk ke babak utama. Sekarang akan ditunjukkan suatu skenario dimana suatu tim dengan 17 kemenangan gagal masuk ke babak utama. Misalkan pada babak penyisihan 1 (seperti pada teorema 2.2.1), sehingga tiap 7 tim terbawah berakhir dengan 3 kemenangan dan tiap 9 tim teratas berakhir dengan 11 kemenangan. Tabel berikut menunjukkan jadwal eksplisit untuk 7 babak tambahan:

Tabel 4. Jadwal eksplisit untuk 7 babak tambahan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		1								4		5	6	7	2	3
2	1										4	2	7	3	6	5
3				2							5	4	3	1	7	6
4			2							7	1	6	4	5	3	
5						3			4	5	6	7	1	2		
6					3		5			6	7	1	2			4
7						5		6		1	2	3			4	7
8							6		7	2	3			4	5	1
9					4			7		3			5	6	1	2

Angka **4** (dicetak tebal hitam) pada baris 1 kolom 10 menunjukkan bahwa tim 1 bermain dengan tim 10 pada babak 4 dan dimenangkan oleh tim 1. Angka 4 pada baris 5 kolom 9 menunjukkan bahwa tim 5 bermain dengan tim 9 pada babak 4 dan tim 5 kalah. Dengan demikian, dari tabel tersebut diperoleh bahwa tim 1 dan 2 akan memperoleh 18 kemenangan dan tim 3, 4, ..., 9 akan memperoleh 17 kemenangan. Salah satu dari tim-tim ini (3, 4, ..., 9) akan gagal lolos ke babak utama.

BAB 3

METODOLOGI DAN HASIL PENELITIAN

Dari gagasan yang dibahas Bob Clarke ini (telah dibahas pada bab 2), kami akan mencoba untuk menerapkannya pada sistem kompetisi lain, yaitu Barclays Premier League (di Indonesia dikenal dengan Liga Inggris) di mana pada liga ini aturan pertandingannya adalah kompetisi penuh (berbeda dengan AFL). Tim-tim yang berlaga pada Liga Inggris ini tentu saja tidak harus selalu menang pada setiap pertandingan. Namun, mereka harus mempunyai strategi yang baik agar memperoleh poin yang cukup untuk masuk ke kejuaraan selanjutnya, misalkan UEFA Champion League.

Pada kejuaraan sepakbola UEFA Champion League, ada 48 tim sepakbola dari berbagai tim sepakbola yang ada di daratan Eropa. Empat di antaranya berasal dari tim Liga Inggris, tiga di antaranya langsung masuk *group stage* sedangkan satu tim masuk babak *playoff* (aturan ini dimulai musim kompetisi 2009/2010, sedangkan sebelumnya, dua tim langsung masuk *group stage* dan dua tim masuk babak *playoff*) [a]. Keempat tim ini merupakan peringkat 1 hingga 4 pada Liga Inggris musim kompetisi setahun sebelumnya. Kedua puluh tim yang ada di Liga Inggris tentu saja harus bersaing untuk masuk empat besar agar dapat memperoleh kesempatan berlaga di UEFA Champion League. Pada Liga Inggris sendiri, pertandingan dilakukan secara kompetisi penuh, artinya setiap tim bertanding dua kali (tandang dan kandang) dengan tim lainnya. Untuk setiap pertandingan, tim yang menang memperoleh 3 poin, tim yang seri memperoleh 1 poin, sedangkan tim yang kalah tidak memperoleh poin sama sekali [b]. Dengan aturan demikian, perlu dicari informasi mengenai kemungkinan terbaik tentang jumlah kemenangan minimum (seri dianggap sebagai

1/3 kemenangan) suatu tim agar dapat memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League.

Tim-tim yang ada di Liga Inggris (sebanyak 20) harus bersaing agar dapat memperoleh kesempatan berlaga di UEFA Champion League. Untuk memperoleh kesempatan ini tentu saja tidak mudah karena tim-tim tersebut harus melakukan pertandingan sebanyak 38 kali dalam setahun (sistem kompetisi penuh). Asumsikan bahwa empat peringkat teratas pada Liga Inggris tidak ada yang menjadi juara bertahan pada UEFA Champion League musim kompetisi tahun sebelumnya (menurut aturan UEFA Champion League, juara bertahan musim kompetisi tahun sebelumnya, langsung masuk *group stage* tanpa memperhatikan peringkat di Liga Inggris). Dengan aturan yang ada di UEFA Champion League dan Liga Inggris serta asumsi di atas, pada penelitian ini akan dicari informasi mengenai kemungkinan terbaik tentang jumlah kemenangan minimum suatu tim agar dapat memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League (paling rendah masuk babak *playoff*). Selain itu, akan diberikan pula simulasi dari skenario suatu tim agar memperoleh poin minimum yang cukup untuk berlaga di UEFA Champion League.

Walaupun yang dibahas mengenai Liga Inggris, namun hasil penelitian ini dapat pula digunakan untuk turnamen lainnya asalkan aturannya sama. Oleh karena itu, kami tidak hanya membahas untuk ½ kompetisi saja, tetapi juga untuk kompetisi penuh.

Berikut ini diberikan dua buah contoh simulasi skenario dari hasil akhir Liga Inggris yang terdiri dari 20 tim sepak bola. Dari simulasi ini, dapat dilihat bahwa sebuah tim dengan perolehan total poin 65 tidak dijamin lolos ke UEFA Champion League. Pada skenario pertama, ada 3 tim dengan total poin 65 dapat masuk ke UEFA Champion League, sedangkan pada skenario lainnya tidak dapat lolos karena hanya berada pada peringkat 7 dan 8.

Tabel 5. Simulasi skenario hasil akhir Liga Inggris (65 poin)

Simulasi 1					Simulasi 2				
Urutan	Menang	Seri	Kalah	Total Poin	Urutan	Menang	Seri	Kalah	Total Poin
1	19	8	11	65	1	28	4	6	88
2	18	11	9	65	2	26	6	6	84
3	18	11	9	65	3	25	6	7	81
4	16	11	11	59	4	26	2	10	80
5	15	12	11	57	5	25	4	9	79
6	16	8	14	56	6	22	3	13	69
7	15	11	12	56	7	20	5	13	65
8	15	11	12	56	8	20	5	13	65
9	14	14	10	56	9	20	3	15	63
10	15	10	13	55	10	19	3	16	60
11	13	12	13	51	11	18	6	14	60
12	13	8	17	47	12	18	1	19	55
13	12	10	16	46	13	16	3	19	51
14	11	11	16	44	14	11	10	17	43
15	11	10	7	43	15	12	1	25	37
16	10	13	15	43	16	10	4	24	34
17	9	16	13	43	17	8	6	24	30
18	10	12	16	42	18	6	1	31	19
19	9	13	16	40	19	5	4	29	19
20	8	14	16	38	20	5	3	30	18

Kemudian, diberikan pula dua buah contoh simulasi skenario untuk sistem $\frac{1}{2}$ kompetisi. Dari simulasi ini dapat dilihat bahwa 35 total poin tidak menjamin suatu tim untuk lolos ke turnamen berikutnya.

Tabel 6. Simulasi skenario hasil akhir Liga Inggris (35 poin)

Simulasi 1					Simulasi 2				
Urutan	Menang	Seri	Kalah	Total Poin	Urutan	Menang	Seri	Kalah	Total Poin
1	10	7	2	37	1	15	3	1	48
2	11	2	6	35	2	15	1	3	46
3	9	4	6	31	3	12	3	4	39
4	8	6	5	30	4	12	1	6	37
5	8	5	6	29	5	12	1	6	37
6	7	8	4	29	6	11	3	5	36
7	7	8	4	29	7	11	3	5	36
8	7	7	5	28	8	11	2	6	35
9	7	6	6	27	9	10	3	6	33
10	7	5	7	26	10	9	2	8	29
11	7	5	7	26	11	7	2	10	24
12	7	5	7	26	12	7	2	10	24
13	6	7	6	25	13	7	1	11	22
14	5	8	6	23	14	6	1	12	19
15	5	7	7	22	15	6	1	12	19
16	4	8	7	20	16	5	0	14	15
17	3	10	6	19	17	4	3	12	15
18	3	6	10	15	18	4	2	13	14
19	3	6	10	15	19	4	2	13	14
20	2	8	9	14	20	2	4	13	10

Dari sini timbul masalah bagaimana membentuk suatu model matematis tentang jumlah kemenangan minimum suatu tim dalam Liga Inggris agar dapat memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League (paling rendah masuk babak

playoff). Selain itu, akan diberikan pula simulasi dari skenario suatu tim agar memperoleh poin minimum yang cukup untuk berlaga di UEFA Champion League.

Tabel berikut menunjukkan banyaknya kemenangan yang diperoleh tim peringkat 4 dan 5 pada akhir kompetisi untuk musim kompetisi 2001-2010 (1 kali seri dihitung 1/3 kali menang).

Tabel 7. Banyaknya kemenangan yang diperoleh tim peringkat 4 dan 5 pada akhir kompetisi Liga Inggris (2001-2010)

Peringkat	Tahun									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
4	23 2/3	22 1/3	20	20 1/3	22 1/3	22 2/3	25 1/3	24	23 1/3	22 2/3
5	22	21 1/3	18 2/3	19 1/3	21 2/3	20	21 2/3	21	22 1/3	20 2/3

Teorema 3.1

Jika babak penyisihan adalah $\frac{1}{2}$ kompetisi, maka

1. Setiap tim dengan banyaknya kemenangan lebih dari atau sama dengan $17\frac{1}{3}$ (total poin 52) akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League
2. Tidak ada tim dengan banyaknya kemenangan kurang dari $5\frac{1}{3}$ (total poin 16) akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League

Bukti:

Misalkan 20 tim terdiri dari 5 tim teratas dan 15 tim terbawah. Berdasarkan teknik perhitungan pada [2, bab 5], total pertandingan ada $\binom{20}{2} = 190$ pertandingan. Jadi maksimum ada 190 kemenangan yang terjadi. Sedangkan dari 15 tim terbawah ada $\binom{15}{2} = 105$ pertandingan yang dimainkan antar 15 tim terbawah. Jadi maksimum

ada 105 kemenangan. Karena setiap tim bermain 19 kali, maka 5 tim teratas dapat memenangkan pertandingan maksimum 85 ($190-105$) kali diantara 20 tim. Jadi setiap tim manapun yang memenangkan lebih dari 17 ($85/5$) kali pertandingan akan masuk 4 besar dan akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League.

Sekarang misalkan 20 tim terdiri dari 3 tim teratas dan 17 tim terbawah. Dari 17 tim terbawah, ada $136 \binom{17 \times 16}{2}$ pertandingan antar 17 tim terbawah, jadi sisa ada 54 ($190-136$) pertandingan yang dimenangkan oleh 3 tim teratas (masing-masing 18 kali) diantara 20 tim. Tiga tim teratas hanya kalah 1 kali dari masing-masing tim yang berada di 3 peringkat atas (tidak mungkin kalah dengan 17 tim terbawah, karena yang diinginkan adalah batas bawah maksimum agar tidak lolos. Jika kalah dari salah satu 17 tim terbawah, misalkan tim X, maka tim X akan lolos karena memperoleh 18 poin, 15 poin hasil seri ditambah 3 poin hasil menang. Sedangkan 16 tim lainnya masing-masing memperoleh poin 16, hasil seri semuanya. Namun, 16 poin ini bukan batas bawah agar tim dijamin tidak lolos karena bisa saja terjadi 17 tim tersebut semuanya seri yg berarti memperoleh 16 poin, dan ada yang lolos). Karena 17 tim masing-masing kalah 1 kali dari 3 tim teratas, maka masing-masing 17 tim itu kalah 3 kali. Total pertandingan ada 19, jadi sisa pertandingan untuk 17 tim tersebut adalah 16. Batas bawah maksimum agar tim dijamin tidak lolos adalah ketika tim memperoleh kemenangan kurang dari $5 \frac{1}{3} \binom{16}{3}$.

Berikut ini adalah contoh simulasi skenario tentang banyaknya kemenangan suatu tim dengan 17 kemenangan sehingga tim itu gagal lolos ke UEFA Champions League. Jika tim tersebut memperoleh kemenangan kurang dari 17, maka tim tersebut mungkin tidak akan lolos ke UEFA Champions League (tidak dijamin), tetapi jika tim tersebut memperoleh total kemenangan lebih dari 17, maka dipastikan tim tersebut akan lolos ke UEFA Champions League (dijamin oleh Teorema 3.1).

Tabel 8. Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (51 poin)

Urutan	Menang	Seri	Kalah	Total Poin
1	17	0	2	51
2	17	0	2	51
3	17	0	2	51
4	17	0	2	51
5	17	0	2	51
6	14	0	5	42
7	13	0	6	39
8	12	0	7	36
9	11	0	8	33
10	10	0	9	30
11	9	0	10	27
12	8	0	11	24
13	7	0	12	21
14	6	0	13	18
15	5	0	14	15
16	4	0	15	12
17	3	0	16	9
18	2	0	17	6
19	1	0	18	3
20	0	0	19	0

Berikut ini adalah contoh simulasi skenario tentang banyaknya kemenangan suatu tim yang mungkin diperoleh agar bisa berkompetisi di UEFA Champion League, yaitu total $5\frac{1}{3}$ kemenangan. Jika tim tersebut memperoleh kemenangan lebih dari $5\frac{1}{3}$, maka tim tersebut mungkin bisa memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA

Champion League (tidak dijamin), tetapi jika kurang dari $5\frac{1}{3}$ kemenangan, maka tim itu dipastikan tidak akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League (dijamin oleh Teorema 3.1).

Tabel 9. Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (16 poin)

Urutan	Menang	Seri	Kalah	Total Poin
1	18	0	1	54
2	18	0	1	54
3	18	0	1	54
4	0	16	3	16
5	0	16	3	16
6	0	16	3	16
7	0	16	3	16
8	0	16	3	16
9	0	16	3	16
10	0	16	3	16
11	0	16	3	16
12	0	16	3	16
13	0	16	3	16
14	0	16	3	16
15	0	16	3	16
16	0	16	3	16
17	0	16	3	16
18	0	16	3	16
19	0	16	3	16
20	0	16	3	16

Teorema 3.2

Untuk babak penyisihan dibuat kompetisi penuh,

1. Setiap tim dengan banyaknya kemenangan lebih dari atau sama dengan $34\frac{1}{3}$ (total poin 103) akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League
2. Tidak ada tim dengan banyaknya kemenangan kurang dari $10\frac{2}{3}$ (total poin 32) akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League

Bukti:

Berdasarkan teknik perhitungan pada [2, bab 5], total seluruh pertandingan dari 15 tim terbawah (kandang dan tandang) adalah $2 \times \binom{15}{2} = 210$ pertandingan (antar 15 tim tersebut). Jadi maksimum ada 210 kemenangan. Karena total seluruh pertandingan ada 380 (20×19) pertandingan, maka 5 tim teratas dapat memenangkan paling banyak 170 ($380 - 210$) pertandingan (diantara semua tim). Jadi setiap tim yang menang lebih dari 34 ($170/5$) pertandingan akan berada pada posisi 4 besar dan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League.

Sekarang misalkan dari 20 tim terdiri dari 3 tim teratas dan 17 tim terbawah. Dari 17 tim, ada 272 (17×16) pertandingan, jadi sisa ada 108 ($380 - 272$) pertandingan yang dimenangkan oleh 3 tim teratas (masing-masing 36 kali). Tiga tim teratas hanya kalah 2 kali dari masing-masing tim yang berada di 3 peringkat atas (tidak mungkin kalah dengan 17 tim terbawah, karena yang diinginkan adalah batas bawah maksimum agar suatu tim tidak lolos. Jika kalah dari salah satu 17 tim terbawah, misalkan tim X, maka tim X akan lolos karena memperoleh 34 poin, 31 poin hasil seri ditambah 3 poin hasil menang. Sedangkan 16 tim lainnya masing-masing memperoleh poin 32, hasil seri semuanya. Namun, 32 poin ini bukan batas bawah agar tim dijamin tidak lolos, karena bisa saja terjadi 17 tim tersebut semuanya seri, yg berarti memperoleh

32 poin, dan ada yang lolos). Karena 17 tim masing-masing kalah 2 kali dari 3 tim teratas, maka masing-masing 17 tim itu kalah 6 kali. Total pertandingan ada 38, jadi sisa pertandingan untuk 17 tim tersebut adalah 32. Batas bawah maksimum agar tim dijamin tidak lolos adalah ketika tim memperoleh kemenangan kurang dari $10\frac{2}{3}$ (32/3).

Berikut ini adalah contoh simulasi skenario tentang banyaknya kemenangan suatu tim dengan 34 kemenangan sehingga tim itu gagal lolos ke UEFA Champions League. Jika tim tersebut memperoleh kemenangan kurang dari 34, maka tim tersebut mungkin tidak akan lolos ke UEFA Champions League (tidak dijamin), tetapi jika tim tersebut memperoleh total kemenangan lebih dari 34, maka dipastikan tim tersebut akan lolos ke UEFA Champions League (dijamin oleh Teorema 3.2).

Tabel 10. Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (102 poin)

Urutan	Menang	Seri	Kalah	Total Poin
1	34	0	4	102
2	34	0	4	102
3	34	0	4	102
4	34	0	4	102
5	34	0	4	102
6	28	0	10	84
7	26	0	12	78
8	24	0	14	72
9	22	0	16	66
10	20	0	18	60
11	18	0	20	54
12	16	0	22	48

13	14	0	24	42
14	12	0	26	36
15	10	0	28	30
16	8	0	30	24
17	6	0	32	18
18	4	0	34	12
19	2	0	36	6
20	0	0	38	0

Berikut ini adalah contoh simulasi skenario tentang banyaknya kemenangan suatu tim yang mungkin diperoleh agar bisa berkompetisi di UEFA Champion League, yaitu total $10\frac{2}{3}$ kemenangan. Jika tim tersebut memperoleh kemenangan lebih dari $10\frac{2}{3}$, maka tim tersebut mungkin bisa memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League (tidak dijamin), tetapi jika kurang dari $10\frac{2}{3}$ kemenangan, maka tim itu dipastikan tidak akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League (dijamin oleh Teorema 3.2).

Tabel 11. Simulasi skenario banyaknya kemenangan suatu tim (32 poin)

Urutan	Menang	Seri	Kalah	Total Poin
1	36	0	2	108
2	36	0	2	108
3	36	0	2	108
4	0	32	6	32
5	0	32	6	32
6	0	32	6	32
7	0	32	6	32
8	0	32	6	32

9	0	32	6	32
10	0	32	6	32
11	0	32	6	32
12	0	32	6	32
13	0	32	6	32
14	0	32	6	32
15	0	32	6	32
16	0	32	6	32
17	0	32	6	32
18	0	32	6	32
19	0	32	6	32
20	0	32	6	32

BAB 4

SIMPULAN

4.1 SIMPULAN

Dari hasil perhitungan secara matematis dan didukung dengan simulasi skenario, kami mendapatkan kesimpulan dari pertanyaan penelitian kami, yaitu strategi terbaik suatu tim di Liga Inggris agar berada di empat peringkat teratas Liga Inggris sehingga dapat berpartisipasi di UEFA Champion League:

1. Jika babak penyisihan adalah $\frac{1}{2}$ kompetisi, maka
 - a. Setiap tim dengan banyaknya kemenangan lebih dari atau sama dengan $17\frac{1}{3}$ (total poin 52) akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League
 - b. Tidak ada tim dengan banyaknya kemenangan kurang dari $5\frac{1}{3}$ (total poin 16) akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League
2. Untuk babak penyisihan dibuat kompetisi penuh,
 - a. Setiap tim dengan banyaknya kemenangan lebih dari atau sama dengan $34\frac{1}{3}$ (total poin 103) akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League
 - b. Tidak ada tim dengan banyaknya kemenangan kurang dari $10\frac{2}{3}$ (total poin 32) akan memperoleh kesempatan untuk berlaga di UEFA Champion League

4.2 SARAN

Beberapa pembahasan lain bisa dikembangkan dari topik penelitian ini, seperti

1. Perumuman model matematis tentang banyaknya kemenangan yang dibutuhkan suatu tim (jika ada n tim) dalam suatu turnamen dengan k tim yang lolos/tidak lolos (degradasi) ke turnamen selanjutnya. Selain itu, membuat simulasi dari skenario pertandingan yang mendukung model matematis tersebut.
2. Membandingkan strategi terbaik tentang banyaknya kemenangan yang dibutuhkan suatu tim pada turnamen serupa di berbagai negara dengan sistem aturan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Clarke, B. (2005). The Number of Wins to Qualify for the AFL Finals. *Gazette*, 32(3), 176-178

[2] Rosen, K. (2007). *Discrete Mathematics and Its Application*, 6th edition. New York: McGraw-Hill

Websites:

[a] http://id.wikipedia.org/wiki/Liga_Champions_UEFA, 2010

[b] <http://www.premierleague.com/page/Statistics/0,,12306,00.html>, 2011

LAMPIRAN PROGRAM A

```
%%%% Program Sepak Bola %%%%
%%%% Memberikan simulasi 10 skenario berbeda dari 20 tim sepak bola
%%%% Input: banyaknya poin yang diraih suatu tim
%%%%          W(in) = 3; D(draw) = 1; L(ose) = 0
%%%% Contoh: Jika suatu tim menang 21 kali, draw 11 kali dan kalah
6 kali,
%%%%          maka input yang dibutuhkan adalah 74
%%%% Output: simulasi 10 klasemen berbeda dari 20 tim sepak bola
%%%%          kolom 1: urutan klasemen
%%%%          kolom 2: banyaknya kemenangan
%%%%          kolom 3: banyaknya draw
%%%%          kolom 4: banyaknya kekalahan
%%%%          kolom 5: total poin yang diraih
%%%%          baris 1-20: tim 1-20
clc, clear;
N = 20; % banyaknya tim sepak bola yang berkompetisi
sim = 10; % banyaknya simulasi skenario yang ditampilkan
disp('Program Simulasi Membuat Skenario Klasemen Berbeda dari 20 Tim
Sepak Bola');
disp('=====');
disp(' ');
poin_asli = input('Masukkan banyaknya poin yang diperoleh suatu tim:
');
if poin_asli == 113 disp('Error: Tidak mungkin suatu tim memperoleh
poin tersebut'); end
disp('Pilihan Banyaknya Kemenangan:');
disp('    1. Normal');
disp('    2. Banyak');
disp('    3. Sedikit');
opt = input('Pilihan Anda: ');

for i = 1: sim
    mat_poin = zeros(N,N);
    mat_hasil = zeros(N,3*N);
    j = 1; poin = poin_asli;

    % Pengisian Matriks Poin - Mulai
    if poin <= 70
        for j = 2: 15
            mat_poin(1,j) = randsrc(1,1,[0 1 3; 0.34 0.33 0.33]);
            poin = poin - mat_poin(1,j);
        end
    end
    while poin > 2
        j = j+1;
        mat_poin(1,j) = 3;
        poin = poin - 3;
        if j == 20 break; end
    end
end
```

```

end
j = 1;
while poin > 2
    j = j+1;
    mat_poin(j,1) = 0;
    poin = poin - 3;
end
if poin == 0
    for k = j+1:N
        mat_poin(k,1) = 3;
    end
end
if poin == 2
    mat_poin(N-1,1) = 1;
    mat_poin(N,1) = 1;
    poin = 0;
    for k = j+1:N-2
        mat_poin(k,1) = 3;
    end
end
if poin == 1
    mat_poin(N,1) = 1;
    poin = 0;
    for k = j+1:N-1
        mat_poin(k,1) = 3;
    end
end
if opt == 1
    mat_poin(2:20,2:20) = randsrc(19,19,[0 1 3; 0.33 0.33
0.34]);
    for j = 2:N
        mat_poin(j,j) = 0;
    end
end
if opt == 2
    for j = 2:N
        for k = 2:N
            if k > j
                mat_poin(j,k) = randsrc(1,1,[0 1 3; 0.1 0.1
0.8]);
            elseif k < j
                mat_poin(j,k) = randsrc(1,1,[0 1 3; 0.8 0.1
0.1]);
            else
                mat_poin(j,k) = 0;
            end
        end
    end
end
if opt == 3
    for j = 2:N
        for k = 2:N

```

```

        if k > j
            mat_poin(j,k) = randsrc(1,1,[0 1 3; 0.1 0.8
0.1]);
        elseif k < j
            mat_poin(j,k) = randsrc(1,1,[0 1 3; 0.1 0.8
0.1]);
        else
            mat_poin(j,k) = 0;
        end
    end
end
end
end
% Pengisian Matriks Poin - Selesai

% Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim - Mulai
for j = 1:N
    for k = 1:N
        if mat_poin(j,k) == 3
            mat_hasil(j,3*j-2) = mat_hasil(j,3*j-2) + 1;
            mat_hasil(k,3*k) = mat_hasil(k,3*k) + 1;
        end
        if mat_poin(j,k) == 1
            mat_hasil(j,3*j-1) = mat_hasil(j,3*j-1) + 1;
            mat_hasil(k,3*k-1) = mat_hasil(k,3*k-1) + 1;
        end
        if mat_poin(j,k) == 0
            mat_hasil(j,3*j) = mat_hasil(j,3*j) + 1;
            mat_hasil(k,3*k-2) = mat_hasil(k,3*k-2) + 1;
        end
    end
end
for j = 1:N
    mat_hasil(j,3*j-2) = mat_hasil(j,3*j-2) - 1;
    mat_hasil(j,3*j) = mat_hasil(j,3*j) - 1;
end
for j = 1:N
    total_poin = mat_hasil(j,3*j-2)*3 + mat_hasil(j,3*j-1)*1 +
mat_hasil(j,3*j)*0;
    klasemen_temp(j,1:4) = [mat_hasil(j,(3*j-2):(3*j))
total_poin];
end
% Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim -
Selesai

% Tampilan - Mulai
for j = 1:N
    urutan(j) = j;
end
klasemen_temp = sortrows(klasemen_temp, [-4 -1 -2]);
klasemen = [urutan' klasemen_temp]
% Tampilan - Selesai
end

```

LAMPIRAN PROGRAM B

```
%%%%% Program Sepak Bola %%%%%
%%%%% Memberikan simulasi skenario batas atas agar tim dapat lolos

clc, clear;
N = 20; % banyaknya tim sepak bola yang berkompetisi
sim = 1; % banyaknya simulasi skenario yang ditampilkan
disp('Program Menampilkan Skenario Klasemen Untuk Batas Atas Minimum
Agar Tim Bisa Lolos');
mat_poin = zeros(N,N);
mat_hasil = zeros(N,3*N);

for i = 1: sim
    % Pengisian Matriks Poin - Mulai
    for j = 1:5
        mat_poin(j,:) = 3*ones(1,N);
        mat_poin(j,j) = 0;
    end
    for j = 6:N-1
        mat_poin(j,j+1:N) = 3*ones(1,N-j);
    end
    % Pengisian Matriks Poin - Selesai

    % Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim - Mulai
    for j = 1:N
        for k = 1:N
            if mat_poin(j,k) == 3
                mat_hasil(j,3*j-2) = mat_hasil(j,3*j-2) + 1;
                mat_hasil(k,3*k) = mat_hasil(k,3*k) + 1;
            end
            if mat_poin(j,k) == 1
                mat_hasil(j,3*j-1) = mat_hasil(j,3*j-1) + 1;
                mat_hasil(k,3*k-1) = mat_hasil(k,3*k-1) + 1;
            end
            if mat_poin(j,k) == 0
                mat_hasil(j,3*j) = mat_hasil(j,3*j) + 1;
                mat_hasil(k,3*k-2) = mat_hasil(k,3*k-2) + 1;
            end
        end
    end
    for j = 1:N
        mat_hasil(j,3*j-2) = mat_hasil(j,3*j-2) - 1;
        mat_hasil(j,3*j) = mat_hasil(j,3*j) - 1;
    end
    for j = 1:N
        total_poin = mat_hasil(j,3*j-2)*3 + mat_hasil(j,3*j-1)*1 +
mat_hasil(j,3*j)*0;
        klasemen_temp(j,1:4) = [mat_hasil(j,(3*j-2):(3*j))
total_poin];
    end
end
```

```
    % Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim -  
Selesai  
  
    % Tampilan - Mulai  
    for j = 1:N  
        urutan(j) = j;  
    end  
    klasemen_temp = sortrows(klasemen_temp, [-4 -1 -2]);  
    klasemen = [urutan' klasemen_temp]  
    % Tampilan - Selesai  
end
```

LAMPIRAN PROGRAM C

```
%%%% Program Sepak Bola %%%%
%%%% Memberikan simulasi skenario batas bawah sehingga tim tidak
lolos

clc, clear;
N = 20; % banyaknya tim sepak bola yang berkompetisi
sim = 1; % banyaknya simulasi skenario yang ditampilkan
disp('Program Menampilkan Skenario Klasemen Untuk Batas Bawah
Maksimum Agar Tim Tidak Lolos');
mat_poin = zeros(N,N);
mat_hasil = zeros(N,3*N);

for i = 1: sim
    % Pengisian Matriks Poin - Mulai
    for j = 1:3
        mat_poin(j,:) = 3*ones(1,N);
        mat_poin(j,j) = 0;
    end
    mat_poin(4:N, 4:N) = ones(N-3,N-3);
    for j = 1:N
        mat_poin(j,j) = 0;
    end
    % Pengisian Matriks Poin - Selesai

    % Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim - Mulai
    for j = 1:N
        for k = 1:N
            if mat_poin(j,k) == 3
                mat_hasil(j,3*j-2) = mat_hasil(j,3*j-2) + 1;
                mat_hasil(k,3*k) = mat_hasil(k,3*k) + 1;
            end
            if mat_poin(j,k) == 1
                mat_hasil(j,3*j-1) = mat_hasil(j,3*j-1) + 1;
                mat_hasil(k,3*k-1) = mat_hasil(k,3*k-1) + 1;
            end
            if mat_poin(j,k) == 0
                mat_hasil(j,3*j) = mat_hasil(j,3*j) + 1;
                mat_hasil(k,3*k-2) = mat_hasil(k,3*k-2) + 1;
            end
        end
    end
    for j = 1:N
        mat_hasil(j,3*j-2) = mat_hasil(j,3*j-2) - 1;
        mat_hasil(j,3*j) = mat_hasil(j,3*j) - 1;
    end
    for j = 1:N
        total_poin = mat_hasil(j,3*j-2)*3 + mat_hasil(j,3*j-1)*1 +
mat_hasil(j,3*j)*0;
```

```

        klasemen_temp(j,1:4) = [mat_hasil(j,(3*j-2):(3*j))
total_poin];
    end
    % Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim -
Selesai

    % Tampilan - Mulai
    for j = 1:N
        urutan(j) = j;
    end
    klasemen_temp = sortrows(klasemen_temp, [-4 -1 -2]);
    klasemen = [urutan' klasemen_temp]
    % Tampilan - Selesai
end

```

LAMPIRAN PROGRAM D

```
%%%% Program Sepak Bola %%%%
%%%% Memberikan simulasi 10 skenario berbeda dari 20 tim sepak bola
%%%% (Sistem 1/2 Kompetisi)
%%%% Input: banyaknya poin yang diraih suatu tim
%%%%      W(in) = 3; D(draw) = 1; L(lose) = 0
%%%% Contoh: Jika suatu tim menang 9 kali, draw 6 kali dan kalah 4
kali,
%%%%      maka input yang dibutuhkan adalah 33
%%%% Output: simulasi 10 klasemen berbeda dari 20 tim sepak bola
%%%%      kolom 1: urutan klasemen
%%%%      kolom 2: banyaknya kemenangan
%%%%      kolom 3: banyaknya draw
%%%%      kolom 4: banyaknya kekalahan
%%%%      kolom 5: total poin yang diraih
%%%%      baris 1-20: tim 1-20

clc, clear;
N = 20; % banyaknya tim sepak bola yang berkompetisi
sim = 10; % banyaknya simulasi skenario yang ditampilkan
disp('Program Simulasi Membuat Skenario Klasemen Berbeda dari 20 Tim
Sepak Bola');
disp('=====');
disp(' ');
poin_asli = input('Masukkan banyaknya poin yang diperoleh suatu tim:
');
if poin_asli == 56 disp('Error: Tidak mungkin suatu tim memperoleh
poin tersebut'); end
disp('Pilihan Banyaknya Kemenangan:');
disp('    1. Normal');
disp('    2. Banyak');
disp('    3. Sedikit');
opt = input('Pilihan Anda: ');

for i = 1: sim
    mat_poin = zeros(N,N);
    mat_hasil = zeros(N,3*N);
    j = 1; poin = poin_asli;

    % Pengisian Matriks Poin - Mulai
    if poin <= 35
        for j = 2: 8
            mat_poin(1,j) = randsrc(1,1,[0 1 3; 0.34 0.33 0.33]);
            poin = poin - mat_poin(1,j);
        end
    end
    while poin > 2
        j = j+1;
        mat_poin(1,j) = 3;
    end
end
```

```

        poin = poin - 3;
    end
    j = 1;
    if poin == 2
        mat_poin(1,N-1) = 1;
        mat_poin(1,N) = 1;
        poin = 0;
    end
    if poin == 1
        mat_poin(1,N) = 1;
        poin = 0;
    end
    if opt == 1
        for j = 2:N-1
            for k = j+1:N
                mat_poin(j,k:N) = randsrc(1,N-(k-1),[0 1 3; 0.33
0.33 0.34]);
            end
        end
    end
    if opt == 2
        for j = 2:N-1
            for k = j+1:N
                mat_poin(j,k:N) = randsrc(1,N-(k-1),[0 1 3; 0.1 0.1
0.8]);
            end
        end
    end
    if opt == 3
        for j = 2:N-1
            for k = j+1:N
                mat_poin(j,k:N) = randsrc(1,N-(k-1),[0 1 3; 0.1 0.8
0.1]);
            end
        end
    end
end
% Pengisian Matriks Poin - Selesai

% Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim - Mulai
for j = 1:N-1
    for k = j+1:N
        if mat_poin(j,k) == 3
            mat_hasil(j,3*j-2) = mat_hasil(j,3*j-2) + 1;
            mat_hasil(k,3*k) = mat_hasil(k,3*k) + 1;
        end
        if mat_poin(j,k) == 1
            mat_hasil(j,3*j-1) = mat_hasil(j,3*j-1) + 1;
            mat_hasil(k,3*k-1) = mat_hasil(k,3*k-1) + 1;
        end
        if mat_poin(j,k) == 0
            mat_hasil(j,3*j) = mat_hasil(j,3*j) + 1;
            mat_hasil(k,3*k-2) = mat_hasil(k,3*k-2) + 1;
        end
    end
end

```

```

        end
    end
end
for j = 1:N
    total_poin = mat_hasil(j,3*j-2)*3 + mat_hasil(j,3*j-1)*1 +
mat_hasil(j,3*j)*0;
    klasemen_temp(j,1:4) = [mat_hasil(j,(3*j-2):(3*j))
total_poin];
end
% Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim -
Selesai

% Tampilan - Mulai
for j = 1:N
    urutan(j) = j;
end
klasemen_temp = sortrows(klasemen_temp, [-4 -1 -2]);
klasemen = [urutan' klasemen_temp]
% Tampilan - Selesai
end

```

LAMPIRAN PROGRAM E

```
%%%%% Program Sepak Bola %%%%%
%%%%% Memberikan simulasi skenario batas atas agar tim dapat lolos
%%%%% Sistem 1/2 Kompetisi

clc, clear;
N = 20; % banyaknya tim sepak bola yang berkompetisi
sim = 1; % banyaknya simulasi skenario yang ditampilkan
disp('Program Menampilkan Skenario Klasemen Untuk Batas Atas Minimum
Agar Tim Bisa Lolos');
mat_poin = zeros(N,N);
mat_hasil = zeros(N,3*N);

for i = 1: sim
    % Pengisian Matriks Poin - Mulai
    for j = 1:5
        mat_poin(j, j+1:N) = 3*ones(1,N-j);
    end
    mat_poin(1,2) = 0; mat_poin(1,3) = 0;
    mat_poin(2,3) = 0; mat_poin(2,4) = 0;
    mat_poin(3,4) = 0; mat_poin(3,5) = 0;
    mat_poin(4,5) = 0;
    for j = 6:N-1
        mat_poin(j,j+1:N) = 3*ones(1,N-j);
    end
    % Pengisian Matriks Poin - Selesai

    % Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim - Mulai
    for j = 1:N-1
        for k = j+1:N
            if mat_poin(j,k) == 3
                mat_hasil(j,3*j-2) = mat_hasil(j,3*j-2) + 1;
                mat_hasil(k,3*k) = mat_hasil(k,3*k) + 1;
            end
            if mat_poin(j,k) == 1
                mat_hasil(j,3*j-1) = mat_hasil(j,3*j-1) + 1;
                mat_hasil(k,3*k-1) = mat_hasil(k,3*k-1) + 1;
            end
            if mat_poin(j,k) == 0
                mat_hasil(j,3*j) = mat_hasil(j,3*j) + 1;
                mat_hasil(k,3*k-2) = mat_hasil(k,3*k-2) + 1;
            end
        end
    end
    for j = 1:N
        total_poin = mat_hasil(j,3*j-2)*3 + mat_hasil(j,3*j-1)*1 +
mat_hasil(j,3*j)*0;
        klasemen_temp(j,1:4) = [mat_hasil(j,(3*j-2):(3*j))
total_poin];
    end
end
```

```
    % Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim -  
Selesai  
  
    % Tampilan - Mulai  
    for j = 1:N  
        urutan(j) = j;  
    end  
    klasemen_temp = sortrows(klasemen_temp, [-4 -1 -2]);  
    klasemen = [urutan' klasemen_temp]  
    % Tampilan - Selesai  
end
```

LAMPIRAN PROGRAM F

```
%%%%% Program Sepak Bola %%%%%
%%%%% Memberikan simulasi skenario batas bawah sehingga tim tidak
lolos
%%%%% Sistem 1/2 Kompetisi

clc, clear;
N = 20; % banyaknya tim sepak bola yang berkompetisi
sim = 1; % banyaknya simulasi skenario yang ditampilkan
disp('Program Menampilkan Skenario Klasemen Untuk Batas Bawah
Maksimum Agar Tim Tidak Lolos');
mat_poin = zeros(N,N);
mat_hasil = zeros(N,3*N);

for i = 1: sim
    % Pengisian Matriks Poin - Mulai
    for j = 1:3
        mat_poin(j, j+1:N) = 3*ones(1,N-j);
    end
    mat_poin(1,2) = 0;
    mat_poin(2,3) = 0;
    for j = 4:N-1
        mat_poin(j,j+1:N) = ones(1,N-j);
    end
    % Pengisian Matriks Poin - Selesai

    % Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim - Mulai
    for j = 1:N-1
        for k = j+1:N
            if mat_poin(j,k) == 3
                mat_hasil(j,3*j-2) = mat_hasil(j,3*j-2) + 1;
                mat_hasil(k,3*k) = mat_hasil(k,3*k) + 1;
            end
            if mat_poin(j,k) == 1
                mat_hasil(j,3*j-1) = mat_hasil(j,3*j-1) + 1;
                mat_hasil(k,3*k-1) = mat_hasil(k,3*k-1) + 1;
            end
            if mat_poin(j,k) == 0
                mat_hasil(j,3*j) = mat_hasil(j,3*j) + 1;
                mat_hasil(k,3*k-2) = mat_hasil(k,3*k-2) + 1;
            end
        end
    end
    for j = 1:N
        total_poin = mat_hasil(j,3*j-2)*3 + mat_hasil(j,3*j-1)*1 +
mat_hasil(j,3*j)*0;
        klasemen_temp(j,1:4) = [mat_hasil(j,(3*j-2):(3*j))
total_poin];
    end
end
```

```
    % Perhitungan W, D, L, dan total poin masing-masing tim -  
Selesai  
  
    % Tampilan - Mulai  
    for j = 1:N  
        urutan(j) = j;  
    end  
    klasemen_temp = sortrows(klasemen_temp, [-4 -1 -2]);  
    klasemen = [urutan' klasemen_temp]  
    % Tampilan - Selesai  
end
```