

SKRIPSI

**APLIKASI METODE PROSES HIRARKI ANALITIK DAN
PEMROGRAMAN INTEGER 0-1 DALAM MENENTUKAN
KOMPOSISI PEMAIN SEPAK BOLA DI LIGA PRIMER
INGGRIS**



Christopher Aryo Pambudi

NPM: 2015710040

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2019**

FINAL PROJECT

**APPLICATION OF ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS
AND 0-1 INTEGER PROGRAMMING IN DETERMINING
THE COMPOSITION OF FOOTBALL PLAYERS IN THE
ENGLISH PREMIER LEAGUE**



Christopher Aryo Pambudi

NPM: 2015710040

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI METODE PROSES HIRARKI ANALITIK DAN PEMROGRAMAN INTEGER 0-1 DALAM MENENTUKAN KOMPOSISI PEMAIN SEPAK BOLA DI LIGA PRIMER INGGRIS

Christopher Aryo Pambudi

NPM: 2015710040

Bandung, 18 Desember 2019

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Benny Yong

Taufik Limansyah, M.T.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI

Liem Chin, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

APLIKASI METODE PROSES HIRARKI ANALITIK DAN PEMROGRAMAN INTEGER 0-1 DALAM MENENTUKAN KOMPOSISI PEMAIN SEPAK BOLA DI LIGA PRIMER INGGRIS

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 18 Desember 2019

Meterai Rp. 6000

Christopher Aryo Pambudi
NPM: 2015710040

ABSTRAK

Sepak bola telah menjadi olahraga kegemaran masyarakat dunia. Setiap pendukung tim sepak bola pasti ingin timnya memperoleh juara di kompetisi yang diikutinya. Formasi, strategi, dan komposisi kesebelasan merupakan faktor yang mempengaruhi kemenangan tim dalam suatu pertandingan. Ketiga faktor tersebut merupakan tanggungjawab seorang pelatih sepak bola dalam meracik kesebelasannya untuk meraih kemenangan. Namun banyak pelatih sepak bola yang mengandalkan intuisi untuk menentukan pola permainan dan susunan pemain yang diturunkan dari setiap pertandingannya. Skripsi ini akan membahas aplikasi metode Proses Hirarki Analitik (PHA) dan Pemrograman Integer 0-1 untuk membantu pelatih sepak bola dalam menyusun komposisi pemain sepak bola pada suatu pertandingan. Metode PHA digunakan pada kasus ini untuk menghitung bobot prioritas dari setiap kriteria pemain sepak bola sedangkan Pemrograman Integer 0-1 digunakan untuk mendapatkan sebelas pemain yang akan diturunkan pada suatu pertandingan. Kemudian metode tersebut disimulasikan dengan menggunakan permainan *Football Manager 2019* dengan dua kesebelasan yaitu Manchester United dan Wolverhampton Wanderer yang memiliki latar belakang prestasi dan pemain yang berbeda pada Liga Primer Inggris. Berdasarkan simulasi yang dilakukan selama 2 musim pertandingan, kedua tim menunjukkan perolehan kemenangan yang meningkat dibandingkan simulasi sebelumnya dan mampu menduduki peringkat yang cukup stabil pada akhir klasemen Liga Primer Inggris selama 2 musim.

Kata-kata kunci: komposisi pemain sepak bola, proses hirarki analitik, pemrograman integer 0-1, *Football Manager 2019*

ABSTRACT

Football has become a favorite sport of the world community. Every supporter of a football team would want their team to win the competition they participated in. Formation, strategy, and composition of teams are factors that influence the team's victory in a match. These three factors are the responsibility of a football coach in concocting his eleven in winning. But many soccer coaches who rely on intuition to determine the pattern of the game and the composition of the players derived from each match. This final project will discuss the application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) and the Integer 0-1 Program to assist football coaches in composing the composition of football players in a match. The AHP is used in this case to calculate the priority weights of each soccer player criteria while the Integer 0-1 Program is used to get eleven players to be deployed in a match. Then the method is simulated using the game Football Manager 2019 with two teams, Manchester United and Wolverhampton Wanderer who have different backgrounds and achievements in the English Premier League. Based on simulations conducted during the 2 season matches, both teams showed an increased victory compared to previous simulations and were able to finish in a fairly stable ranking in the English Premier League standings for 2 seasons.

Keywords: composition of football players, analytical hierarchy process, integer programming 0-1 , football manager 2019

untuk kebesaran Tuhan dan ciptaan-Nya yang indah

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat-Nya yang melimpah, untuk kasih sayang, penyertaan, perlindungan, dan pertolongan yang tak pernah habis dalam hidup penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul “Aplikasi Metode Proses Hirarki Analitik dan Pemrograman Integer 0-1 Dalam Menentukan Komposisi Pemain Sepak Bola di Liga Primer Inggris” disusun sebagai salah satu syarat wajib dipenuhi untuk menyelesaikan studi Strata-1, Jurusan Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi mahasiswa maupun pembaca lainnya. Selama masa kuliah, penulis mendapat banyak pelajaran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- Bapak Benny Yong selaku dosen pembimbing utama penulis, terima kasih atas segala nasihat, pembelajaran, dan kesabaran dari bapak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
- Bapak Taufik Limansyah selaku dosen pembimbing pendamping, terima kasih atas segala pembelajaran dan nasihat dari bapak.
- Ibu Erwinna Chendra selaku Ketua Program Studi Matematika, Universitas Katolik Parahyangan, terima kasih atas segala bimbingan dan nasihat dari ibu untuk mahasiswa matematika demi kemajuan program studi matematika.
- Bapak Liem Chin selaku koordinator skripsi, terima kasih atas segala informasi, bimbingan, dan bantuan dalam penyusunan skripsi.
- Seluruh jajaran dosen, tata usaha dan pekaya Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, terima kasih atas bantuannya dalam penyelenggaraan perkuliahan baik akademik maupun non-akademik.
- Bapak, Mama, Duto, Trici, Mbah Kakung dan Mbah Putri Wertojo, yang selalu mendukung penulis selama perkuliahan.
- Matematika angkatan 2015 yang telah menemani penulis dalam perjalanan 4.5 tahun yang amat luar biasa.
- Rekan-rekan Kabinet LKM AKSI 2018/2019 dan Litbang LKM AKSI yang telah memberikan kehangatan dan persahabatan kepada penulis.
- Valendhito, Dius, Vano, Livia, Daud, Raka, Sandy, Gazza, Thomas, Onto, Kijati, Vincent, Mahe, Mona, Charisma, Desmond, dan Agnes Mercyana yang telah membantu dan menemani penulis berproses bersama di perkuliahan dan penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu mohon kritik dan nasihat dari pembaca agar tugas akhir ini menjadi lebih sempurna. Terima kasih

Bandung, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Pemrograman Linear	5
2.2 Metode <i>Branch and Bound</i>	6
2.3 Pemrograman Integer 0-1	6
2.3.1 Bentuk Umum Pemrograman Integer 0-1	6
2.3.2 Contoh Metode <i>Branch and Bound</i> pada Pemrograman Integer 0-1	7
2.4 <i>Football Manager</i>	9
3 METODE PROSES HIRARKI ANALITIK	13
3.1 Langkah dan Prosedur Metode PHA	13
3.2 Penyusunan Prioritas	14
3.3 Pengujian Konsistensi Matriks Perbandingan Berpasangan	18
3.4 Contoh PHA	19
4 APLIKASI METODE PHA DAN PEMROGRAMAN INTEGER 0-1	23
4.1 Metode Proses Hirarki Analitik	23
4.1.1 Kriteria Pemain sepak bola	23
4.1.2 Perbandingan Berpasangan dan Pengujian Konsistensi	28
4.1.3 Menghitung Bobot Prioritas dari Setiap Kriteria	32
4.2 Model Pemrograman Integer 0-1	44
4.3 Simulasi Manchester United	46
4.3.1 Nilai Kriteria Pemain Manchester United	47
4.3.2 Model Pemrograman Integer 0-1 Manchester United	51
4.3.3 Kesebelasan Optimal Manchester United	53
4.3.4 Simulasi <i>Football Manager</i> Manchester United	53
4.4 Simulasi Wolverhampton Wanderer	58
4.4.1 Nilai Kriteria Pemain Wolverhampton Wanderer	59
4.4.2 Model Pemrograman Integer 0-1 Wolverhampton Wanderer	62

4.4.3	Kesebelasan Optimal Wolverhampton Wanderer	64
4.4.4	Simulasi <i>Football Manager</i> Wolverhampton Wanderer	65
5	KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	71
	DAFTAR REFERENSI	73
A	KOMPOSISI PEMAIN MANCHESTER UNITED DAN WOLVERHAMPTON WANDERER SAAT SIMULASI <i>Football Manager 2019</i>	75

DAFTAR GAMBAR

2.1	Contoh <i>Branch and Bound</i> pada Pemrograman Integer 0-1	9
4.1	Posisi Pemain sepak bola	23
4.2	Kesebelasan Optimal dari Manchester United	53
4.3	Hasil Pertandingan Manchester United Musim Pertama	55
4.4	Simulasi Musim Pertama Manchester United	55
4.5	Hasil Pertandingan Manchester United Musim Kedua	57
4.6	Simulasi Musim Kedua Manchester United	57
4.7	Kesebelasan Optimal dari Wolverhampton Wanderer	64
4.8	Hasil Pertandingan Wolverhampton Wanderer Musim Pertama	66
4.9	Simulasi Musim Pertama Wolverhampton Wanderer	67
4.10	Hasil Pertandingan Wolverhampton Wanderer Musim Kedua	68
4.11	Simulasi Musim Kedua Wolverhampton Wanderer	69

DAFTAR TABEL

2.1	Fasilitas Olahraga Komunitas	7
3.1	Matriks Perbandingan Berpasangan	14
3.2	Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan	17
3.3	Matriks Normalisasi dari A	17
3.4	Nilai <i>Random Index</i>	19
3.5	Matriks Perbandingan Berpasangan tiap kriteria	19
3.6	Matriks Perbandingan Berpasangan yang terisi lengkap	19
3.7	Menghitung jumlah dari setiap kolom	20
3.8	Membagi Setiap Kolom dengan Jumlah Setiap Kolom	20
3.9	Matriks Normalisasi dari Matriks Perbandingan Berpasangan	20
4.1	Kriteria Penjaga Gawang, Bek Sayap, dan Bek Tengah	25
4.2	Kriteria Gelandang Tengah, Gelandang Sayap, dan Penyerang	25
4.3	Definisi dari setiap kriteria	26
4.4	Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Penjaga Gawang	28
4.5	Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Bek Tengah	29
4.6	Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Bek Sayap	29
4.7	Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Gelandang Tengah	30
4.8	Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Gelandang Sayap	31
4.9	Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Penyerang	31
4.10	Matriks Perbandingan Berpasangan Penjaga Gawang Terisi Penuh	32
4.11	Menjumlahkan Setiap Kolom Kriteria	33
4.12	Membagi Setiap Kolom Kriteria dan Menghitung Bobot Prioritas	33
4.13	Bobot Prioritas Bek Tengah	35
4.14	Bobot Prioritas Bek Sayap	36
4.15	Bobot Prioritas Gelandang Tengah	38
4.16	Bobot Prioritas Gelandang Sayap	40
4.17	Bobot Prioritas Penyerang	41
4.18	Bobot Prioritas dari Kriteria Posisi Penjaga Gawang, Bek Tengah dan Bek Sayap	43
4.19	Bobot Prioritas dari Kriteria posisi Gelandang Tengah, Gelandang Sayap, dan Penyerang	43
4.20	Data Pemain Manchester United	46
4.21	Nilai Kriteria Penjaga Gawang Manchester United	48
4.22	Nilai Kriteria Bek Tengah Manchester United	48
4.23	Nilai Kriteria Bek Sayap Manchester United	49
4.24	Nilai Kriteria Gelandang Tengah Manchester United	49
4.25	Nilai Kriteria Gelandang Sayap Manchester United	50
4.26	Nilai Kriteria Penyerang Manchester United	50
4.27	Hasil Pertandingan Manchester United Musim Pertama	54
4.28	Hasil Pertandingan Manchester United Musim Kedua	56
4.29	Data Pemain Wolverhampton Wanderer	58
4.30	Nilai Kriteria Penjaga Gawang Wolverhampton Wanderer	59

4.31	Nilai Kriteria Bek Tengah Wolverhampton Wanderer	60
4.32	Nilai Kriteria Bek Sayap Wolverhampton Wanderer	60
4.33	Nilai Kriteria Gelandang Tengah Wolverhampton Wanderer	61
4.34	Nilai Kriteria Gelandang Sayap Wolverhampton Wanderer	61
4.35	Nilai Kriteria Penyerang Wolverhampton Wanderer	62
4.36	Hasil Pertandingan Wolverhampton Wanderer Musim Pertama	65
4.37	Hasil Pertandingan Wolverhampton Wanderer Musim Kedua	67
A.1	Komposisi Pemain Manchester United Musim Pertama	75
A.2	Komposisi Pemain Manchester United Musim Kedua	76
A.3	Komposisi Pemain Wolverhampton Wanderer Musim Pertama	76
A.4	Komposisi Pemain Wolverhampton Wanderer Musim Kedua	77

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepak bola merupakan olahraga yang paling banyak digemari masyarakat dunia [1]. Permainan yang lahir di negara Inggris ini merupakan olahraga yang cenderung lebih mudah baik dalam peraturan dan permainannya dibandingkan olahraga lain seperti bola basket dan tenis yang memiliki banyak peraturan dan sistem poin yang berbeda-beda. Walaupun olahraga ini identik dengan laki-laki, sepak bola digemari mulai dari anak-anak hingga kalangan dewasa pria maupun wanita yang tersebar di seluruh belahan dunia.

Setiap negara yang tergabung dalam FIFA memiliki federasi sepak bolanya sendiri yang terdiri dari puluhan klub dari berbagai tingkatan level mulai dari level amatir hingga level profesional. Setiap klub sepak bola merepresentasikan tanah kelahiran dan semangat dari setiap daerah di suatu negara. Sebagai contoh, klub St. Pauli dari kota Hamburg, Jerman yang mayoritas pendukungnya merupakan kelas pekerja dan penganut anti-fasis dan anti-rasis. Pendukung dari klub St.Pauli merupakan salah satu dari ribuan kelompok pendukung dari berbagai kesebelasan di seluruh dunia yang ingin membuktikan bahwa dengan sepak bola, mereka dapat menyuarakan pendapat sekaligus menikmati permainan sepak bola yang menjadi kegemaran dari berbagai kalangan.

Dengan besarnya industri sepak bola yang ada, banyak pihak yang ikut terlibat dalam suatu kompetisi sepak bola. Pihak-pihak tersebut terdiri dari industri penyiaran, industri pakaian olahraga, perhotelan hingga perjudian. Banyak dari industri-industri tersebut menjadi sponsor atau pendukung dana bagi kesebelasan sepak bola. Industri sepak bola terbesar berada di benua Eropa khususnya di negara Inggris dengan kompetisi paling kompetitif yaitu Liga Primer Inggris. Dua puluh kesebelasan dari berbagai kota di Inggris berjuang untuk mendapatkan gelar bergengsi tersebut. Antar kesebelasan berlomba-lomba meraih kemenangan dari setiap pekannya. Tidak jarang sebuah klub harus mengeluarkan banyak uang untuk memperoleh pemain-pemain bintang guna meraih gelar.

Kemenangan sebuah klub sepak bola pada suatu pertandingan terdiri dari tiga faktor yaitu formasi, strategi, dan komposisi kesebelasan [2]. Formasi merupakan gambaran bagaimana setiap pemain memposisikan diri saat bermain di lapangan. Formasi yang umum digunakan dalam pertandingan sepak bola ialah formasi 4-4-2 yang terdiri dari 4 pemain belakang, 4 pemain gelandang tengah, dan 2 penyerang. Formasi kesebelasan sepak bola kerap berganti-ganti sesuai dengan strategi yang digunakan seorang pelatih. Strategi merupakan siasat atau akal yang dirancang sebelum pertandingan berlangsung dan digunakan oleh pemain maupun pelatih untuk memenangkan pertandingan. Strategi berorientasi pada gerakan-gerakan yang dibutuhkan dalam pertandingan. Setelah menentukan formasi dan strategi, seorang pelatih sepak bola harus menentukan kesebelas pemain yang akan diturunkan pada setiap pertandingannya. Komposisi pemain merupakan faktor penting karena sepak bola merupakan olahraga kolektif yang membutuhkan kekompakan dan keselarasan antar pemain.

Ketiga faktor tersebut merupakan tanggungjawab seorang pelatih sepak bola. Seorang pelatih sepak bola harus mampu mengenal dan mengetahui kemampuan setiap pemainnya guna memperoleh performa maksimal dari tiap-tiap individu. Namun pada prakteknya banyak pelatih sepak bola

yang masih menggunakan intuisi dalam menilai kemampuan yang dimiliki oleh seorang pemain untuk menentukan kesebelasan terbaik dalam satu timnya. Pemilihan pemain dalam tim selalu merupakan tugas yang sulit karena sejumlah besar atribut kualitatif dan kuantitatif dalam proses pemilihan pemain perlu diperhitungkan [3].

Terdapat banyak metode yang dapat dilakukan untuk pengambilan keputusan seperti pada kasus seorang pelatih sepak bola. Metode Proses Hirarki Analitik atau PHA merupakan sebuah metode untuk memecahkan suatu situasi yang kompleks dan tidak terstruktur kedalam beberapa komponen dalam susunan yang berhirarki. Selain metode PHA, model Pemrograman Integer 0-1 merupakan salah satu bentuk program linear dimana semua variabel keputusannya harus menghasilkan nilai integer berupa 0 atau 1.

Pada skripsi ini akan dibahas penentuan komposisi pemain sepak bola dengan menggunakan metode Proses Hirarki Analitik dan metode Pemrograman Integer 0-1. Masing-masing metode ini dilakukan untuk mengukur bobot dari kriteria yang dibutuhkan seorang pemain sepak bola di setiap posisinya dan untuk menentukan kesebelasan yang paling optimal dari sebuah klub dengan melihat batasan-batasan dari usia pemain, gaji per minggu pemain, kemampuan tendangan penalti pemain, kemampuan tendangan bebas pemain, dan jumlah pemain asing dalam suatu kesebelasan. Dengan kedua metode ini, seorang pelatih sepak bola dapat menentukan komposisi pemain terbaiknya untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari setiap pertandingan yang akan dihadapi.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah :

1. Bagaimana metode PHA digunakan dalam menentukan bobot kriteria untuk setiap posisi pemain sepak bola?
2. Bagaimana model Pemrograman Integer 0-1 digunakan dalam menentukan komposisi kesebelasan sepak bola?
3. Bagaimana model PHA dan Pemrograman Integer 0-1 digunakan dalam permainan *Football Manager 2019* untuk mendapatkan komposisi pemain sepak bola?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Menggunakan metode PHA untuk menentukan bobot kriteria untuk setiap posisi pemain sepak bola.
2. Menggunakan model Pemrograman Integer 0-1 untuk menentukan komposisi kesebelasan sepak bola.
3. Menguji model PHA dan Pemrograman Integer 0-1 untuk mendapatkan komposisi pemain sepak bola dalam permainan *Football Manager 2019*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam skripsi ini adalah :

1. Nilai pada kriteria pemain konstan.
2. Kriteria setiap posisi pemain sepak bola berjumlah 20.
3. Posisi pemain sepak bola terbagi menjadi penjaga gawang, bek tengah, bek sayap, gelandang tengah, gelandang sayap, dan penyerang.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan pada skripsi ini terdiri dari lima bab, yaitu :

BAB I : Pendahuluan

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : Landasan Teori

Bab ini membahas mengenai teori Program Linear, Pemrograman Integer 0-1, dan panel pada *Football Manager 2019* sebagai pendukung dalam pembuatan skripsi ini.

BAB III : Metode Proses Hirarki Analitik

Bab ini membahas langkah-langkah mengenai metode Proses Hirarki Analitik.

BAB IV : Aplikasi Metode PHA dan Pemrograman Integer 0-1

Bab ini membahas mengenai aplikasi Metode PHA dan Pemrograman Integer 0-1 pada Liga Primer Inggris dengan menggunakan 2 klub yaitu Manchester United dan Wolverhampton Wanderer yang berikutnya akan dilakukan simulasi 2 musim pertandingan pada permainan *Football Manager 2019*.

BAB V : Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang beberapa kesimpulan dan saran dari analisis-analisis bab sebelumnya.