

SKRIPSI

PENERAPAN ALGORITMA *PARTICLE SWARM*
OPTIMIZATION UNTUK MENGANALISIS LINTASAN *FREE*
THROW DALAM OLAHRAGA BASKET



Edsel Jeremy

NPM: 2016710033

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2021

FINAL PROJECT

**APPLICATION OF PARTICLE SWARM OPTIMIZATION
ALGORITHM TO ANALYZE FREE THROW TRAJECTORY
IN BASKETBALL**



Edsel Jeremy

NPM: 2016710033

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* UNTUK MENGANALISIS LINTASAN *FREE THROW* DALAM OLAHRAGA BASKET

Edsel Jeremy

NPM: 2016710033

Bandung, 9 Februari 2021

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Benny Yong, Ph.D.

Taufik Limansyah, M.T.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Maria Anastasia, M.Si., M.Act.Sc.

Jonathan Hoseana, Ph.D.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

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

**PENERAPAN ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*
UNTUK MENGANALISIS LINTASAN *FREE THROW* DALAM
OLAHRAGA BASKET**

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 9 Februari 2021

Edsel Jeremy
NPM: 2016710033

ABSTRAK

Free throw merupakan salah satu komponen penting yang dapat mempengaruhi kemenangan sebuah tim basket. Dalam sebuah tembakan *free throw*, terdapat beberapa parameter yang dapat mempengaruhi keberhasilan tembakan tersebut seperti parameter jarak, kecepatan, dan sudut. Skripsi ini bertujuan untuk menganalisis parameter-parameter dari lintasan *free throw* yang didapat menggunakan algoritma *particle swarm optimization* atau yang selanjutnya disebut algoritma PSO. Algoritma PSO adalah teknik optimasi stokastik yang beroperasi pada vektor data nilai riil dan dapat diterapkan pada fungsi kontinu non-linear. Algoritma ini terinspirasi dari kegiatan sosial dari berbagai populasi seperti burung atau ikan yang saling bertukar informasi untuk mencapai tujuan. Kegunaan dari algoritma PSO dalam skripsi ini adalah untuk menentukan posisi terbaik bola yang dapat membentuk sebuah lintasan *free throw*. Dari hasil lintasan yang terbentuk, dapat ditentukan parameter jarak, kecepatan, dan sudut yang akan dianalisis secara statistik perbedaan antara tembakan berhasil dengan gagal. Dilakukan juga perhitungan korelasi antara kecepatan dan sudut pelemparan awal. Subjek penelitian terdiri dari sepuluh atlet basket tim Aligator UNPAR. Hasil penelitian tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara tembakan yang berhasil dengan tembakan yang gagal. Sedangkan dari simulasi data yang dilakukan, terdapat perbedaan yang signifikan antara parameter tembakan berhasil dan gagal.

Kata-kata kunci: *particle swarm optimization*, *free throw*, lintasan bola, analisis statistik

ABSTRACT

Free throw is one of the important components that can affect the victory of a basketball team. In a free throw shot, several parameters can affect the shot such as distance, speed, and angle parameters. This thesis aims to analyze the parameters of the free path obtained from the particle optimization algorithm or hereinafter referred to as the PSO algorithm. The PSO algorithm is a stochastic optimization technique that operates on vectors of real value data and can be applied to non-linear continuous functions. This algorithm is inspired by the social activities of various populations such as birds or fish that exchange information to achieve goals. The use of the PSO algorithm in this thesis is to determine the best position of the ball which can form a free throw trajectory. From the results of the trajectory formed, it can be determined the parameters of the distance, speed, and angle, which will be statistically analyzed from hit and missed shots. The calculation between the initial velocity and angle was also performed. The research subjects consisted of ten basketball athletes from the UNPAR Alligator team. The results showed no significant difference between hit and missed shots. Meanwhile, from the data simulation, there is a significant difference between the parameters of hit and missed shot.

Keywords: particle swarm optimization, free throw, ball trajectory, statistic analysis

untuk papa dan mama.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan penyertaannya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Penerapan Algoritma *Particle Swarm Optimization* Untuk Menganalisis Lintasan *Free Throw* dalam Olahraga Basket**". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan dari Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses kuliah hingga penyusunan skripsi, penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan yang sangat bermanfaat. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu, diantaranya:

- Kedua orang tua yang selalu mendoakan, membiayai, menasehati, dan selalu mendukung penulis.
- Bapak Benny Yong, Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan saran, arahan, dan bimbingan kepada penulis.
- Bapak Taufik Limansyah, M.T. selaku dosen pembimbing pendamping dan dosen wali yang telah memberikan nasihat dan bimbingan kepada penulis.
- Ibu Maria Anastasia, M.Si., M.Act.Sc. selaku dosen penguji-1 dan Bapak Jonathan Hoseana, Ph.D. selaku dosen penguji-2 atas saran, kritik, dan informasi yang diberikan.
- Seluruh dosen dan staf Tata Usaha FTIS, khususnya dosen Program Studi Matematika. Terima kasih sudah memberikan ilmu, bimbingan serta nasihat kepada penulis selama proses perkuliahan.
- Steeven Adrian dan Fidelia Christy sebagai pembimbing rohani yang selalu mendoakan penulis.
- Anastasia Greselda yang selalu mendukung, mendoakan, memberikan nasihat kepada penulis.
- Teman-teman matematika 2016: Nadya, Melia, Leo, Laureen, JC, Ivan, Rudi, Fenny, Davyn, Claresta, Aretha, JT, Gerald, Avel, Isa, Faza, Muti, Vheren, Vivian, Niko, Julius, Chrestella, Yonathan, Alma, Al-Vinda, Azka, Aldo, Felix, Salman, Asen, Widhiya, Evelyne, Salomo, Triny, Nevan, Irsyad, Farand, Lucas, Febrizio, Deva, Adin, Khema, Bahri, Yohannes, Raisa, Wilbert, Daniel, Chang, Janaka, Agnes, Suryani, Fanny, Nitya, Nur, dan Gresel yang telah mewarnai kehidupan perkuliahan penulis sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.
- Teman-teman We Are Family khususnya Angel, Agathon, Marcel, Jason, Karel, Belinda yang telah berbagi suka duka, hiburan, dan kebersamaan.
- Setia, Felix, Avel, Farand, Wilbert, Gresel, Nevan, Nadya, Khema, Claresta, Chrestella yang telah berbagi suka duka, hiburan, dan kebersamaan selama masa perkuliahan.

- Cecil, Friska, Ellena, Vyenna, dan Gerry sebagai sepupu dan keponakan yang mewarnai masa pandemi penulis.
- Gift HALO yang meningkatkan pertumbuhan rohani penulis.
- Keluarga besar Leng Un yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
- Semua pihak yang telah berjasa kepada penulis selama proses perkuliahan di UNPAR.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran agar skripsi ini dapat lebih baik. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi siapa saja yang membaca.

Bandung, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	3
2.1 <i>Free Throw</i>	3
2.2 <i>Particle Swarm Optimization Algorithm</i>	3
2.2.1 <i>Particle Swarm Optimization Versi Awal</i>	3
2.2.2 <i>Swarm Explosion and Velocity Clamping</i>	5
2.2.3 Beban Inersia	6
2.2.4 Konsep Ketetangaan (<i>The Concept of Neighborhood</i>)	6
2.2.5 Standar Kontemporer PSO	8
2.3 <i>Moving Average</i>	8
2.4 Kecepatan	9
2.5 Sudut Antara Dua Vektor	10
3 METODE PENELITIAN	11
3.1 Kalkulasi Parameter	11
3.2 Kalibrasi Kamera	12
3.3 Pelacakan Bola	13
3.4 T-Test	13
3.5 Koefisien Korelasi	14
4 ANALISIS PARAMETER LINTASAN <i>FREE THROW</i>	15
4.1 Pengumpulan Data	15
4.2 Analisis Parameter	15
4.3 Korelasi Kecepatan (v_1) dengan Besar Sudut (α_1)	19
5 KESIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Kesimpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR REFERENSI	23

DAFTAR GAMBAR

2.1	Topologi Lingkungan pada PSO : Cincin (kiri) dan Bintang (kanan)	8
2.2	Tembakan <i>Free Throw</i>	9
3.1	Analisis Parameter Lemparan Bola	12
3.2	Area Pencarian Lintasan <i>Free Throw</i> di Lapangan basket	12
3.3	Diagram Blok Pendeteksian Bola dan Algoritma Pelacakan	13
4.1	Koordinat Bola Hasil Algoritma PSO	16
4.2	Lintasan <i>Free Throw</i> Hasil <i>Moving Average</i>	16
4.3	Korelasi Antara Parameter α_1 dan v_1	20

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Olahraga basket adalah salah satu olahraga yang paling disukai masyarakat di dunia. Olahraga ini lahir dari hasil pemikiran seorang doktor pendidikan jasmani yang bernama Dr. James Naismith pada tahun 1891 [1]. Beliau menciptakan olahraga ini dengan tujuan agar murid-muridnya dapat tetap berolahraga di dalam ruangan pada musim dingin. Pada awalnya, olahraga ini dimainkan menggunakan bola sepak dan keranjang buah yang diikat 10 kaki di atas tanah. Kemudian para pemain akan berusaha melempar bola agar dapat memasuki keranjang tersebut.

Olahraga ini dimainkan oleh dua tim. Pemain yang berada di dalam lapang dari masing-masing tim berjumlah lima orang dan setiap orang memiliki posisi yang berbeda-beda. Setiap tim akan berusaha mencetak angka sebanyak mungkin dengan cara memasukkan bola ke dalam keranjang lawan. Tim yang meraih angka lebih banyak adalah pemenang dari pertandingan tersebut. Untuk meraih angka, ada tiga cara yang dapat dilakukan pemain, yaitu *shooting*, *lay up*, dan *dunk*. Terdapat peraturan yang juga perlu diikuti dalam olahraga tersebut seperti adanya *travelling*, *double dribbling*, *out of bounds*, *personal foul* dan masih banyak lainnya.

Penelitian dalam sebuah buku berjudul "*Basketball on Paper*" yang ditulis oleh Dean Oliver, menunjukkan bahwa terdapat empat faktor penting yang dapat menghitung persentase kemenangan sebuah tim [2]. Empat faktor tersebut adalah *effective Field Goal Percentage* (eFG%), *Total Rebounding Percentage* (TRB%), *Turnover Percentage* (TO%), dan *Free Throw Rate* (FTR). Bobot masing-masing komponen adalah 40% eFG, 25% TOV, 20% TRB, dan 15% FTR. Dari keempat faktor persentase kemenangan tim tersebut, tiga diantaranya dipengaruhi oleh faktor eksternal (tim lawan). Tiga faktor tersebut adalah *effective field goal percentage* (eFG%), *turnovers percentage* (TOV%), dan *rebounding percentage* (TRB%). Sedangkan *free throw* adalah lemparan bebas tanpa gangguan dari lawan yang ditembak dari jarak yang telah ditentukan, sehingga *free throw* tidak dipengaruhi faktor eksternal (tim lawan). Seorang pemain dapat melakukan *free throw* jika terjadi *foul* atau pelanggaran yang dilakukan lawan terhadap pemain tersebut saat melakukan tembakan. Angka yang diberikan saat *free throw* adalah 1 angka untuk setiap tembakan yang berhasil. *Free throw* merupakan salah satu jenis *shooting* di dalam olahraga basket. Jika diperhatikan, *free throw* menjadi salah satu faktor penting untuk menentukan kemenangan sebuah tim. Tidak jarang kemenangan sebuah tim ditentukan lewat *free throw*.

Skripsi ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengukuran dan analisis parameter terpilih dari lintasan *free throw* dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization Algorithm* (Algoritma PSO) [3]. Algoritma PSO merupakan algoritma berbasis populasi yang mengeksplorasi individu dalam populasi tersebut agar dapat menuju daerah penyelesaian di dalam daerah pencarian yang digunakan untuk melacak bola. Populasi disebut sebagai *swarm* sementara individu disebut sebagai *particle*. Setiap partikel akan berpindah dan memiliki kecepatan yang beradaptasi terhadap daerah pencarian. Kemudian posisi terbaik akan digunakan untuk menjadi acuan pergerakan selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana algoritma PSO dapat digunakan untuk mendapatkan lintasan *free throw*?
2. Bagaimana cara menentukan parameter dari lintasan *free throw* yang memiliki perbedaan nilai rata-rata lemparan berhasil dan gagal?
3. Bagaimana korelasi antara kecepatan dan sudut awal *free throw*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Menggunakan algoritma PSO untuk menentukan lintasan *free throw*.
2. Menentukan parameter dari lintasan *free throw* yang memiliki perbedaan nilai rata-rata antara lemparan berhasil dan gagal.
3. Mencari korelasi antara kecepatan dan sudut awal pelemparan *free throw*.

1.4 Batasan Masalah

1. Subjek percobaan adalah sepuluh orang atlet dalam tim basket Aligator UNPAR.
2. Lintasan *Free throw* yang dianalisis berbentuk dua dimensi.
3. Gaya gesek bola dengan udara diabaikan.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada skripsi ini terdiri dari 5 bab, yaitu :

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan.

Bab 2 : Landasan Teori

Bab ini berisi tentang teori-teori yang mendukung penulisan skripsi.

Bab 3 : Metode Penelitian

Bab ini membahas tentang metode yang akan digunakan dalam penelitian skripsi.

Bab 4 : Analisis Parameter Lintasan *Free Throw*

Bab ini membahas analisis lintasan *free throw* yang didapatkan algoritma PSO.

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapat dari pembahasan bab sebelumnya serta saran untuk pengembangan topik skripsi ini.