

**MODEL PREDIKSI WAKTU OPTIMAL PADA CABANG OLAHRAGA RENANG
BERDASARKAN HASIL KEJUARAAN DUNIA****Nidaul Hidayah****Abstrak**

Tujuan penelitian ini untuk menemukan model prediksi waktu optimal pada cabang olahraga renang berdasarkan data-data rekor waktu hasil kejuaraan dunia dengan memanfaatkan metode matematika least square sehingga menghasilkan persamaan trendline yang cocok. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan studi kasus. Kasus yang diujicobakan untuk renang gaya bebas dan gaya punggung 50m,100m, 200m putera sesuai banyaknya pertandingan tingkat dunia dari sejak pertama pertandingan tingkat dunia sampai rekor waktu terbaru.

Melalui metode least square dengan bantuan SPSS 14 diperoleh 10 model prediksi waktu trendline linear. Berdasarkan pengujian statistik dan uji coba model, model prediksi waktu untuk nomor gaya bebas 50m puteri adalah model yang paling cocok.

Kata kunci: Model prediksi waktu, trendline linear, renang, gaya bebas, gaya punggung, metode least square

PENDAHULUAN

Model prediksi waktu optimal yang dicapai pada cabang olahraga renang berdasarkan rekor-rekor waktu yang dicapai pada kejuaraan nasional ataupun internasional, perlu dikaji mengingat ketatnya persaingan prestasi cabang olahraga renang terutama pada gaya bebas dan gaya punggung. Selain itu juga kebutuhan pelatih dalam meningkatkan prestasi atlet berdasarkan prestasi-prestasi yang telah dicapai baik pada tingkat nasional atau internasional sangat penting untuk menentukan target-target latihan yang optimal. Menurut Santoso bahwa “melatih olahraga prestasi hakekatnya adalah meningkatkan kemampuan fungsional raga sesuai tuntutan penampilan maksimal cabang olahraga, pada aspek kemampuan dasar maupun pada aspek keterampilan tekniknya. Data awal, data acuan serta data kemajuan atlet harus selalu tercatat untuk dapat meramal pencapaian prestasi”.

Melihat gejala dan fakta seperti itu, maka peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian tentang model prediksi waktu optimal pada cabang olahraga renang berdasarkan data-data prestasi yang telah dicapai. Dalam penelitian ini ingin diketahui bagaimana model prediksi waktu optimal pada cabang olahraga renang berdasarkan data-data rekor waktu nasional maupun internasional dengan memanfaatkan metode matematika dalam hal ini metode least square sehingga menghasilkan persamaan trendline yang cocok. Penelitian ini merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan mutu pelatihan dan pembelajaran serta memberikan wawasan kajian ilmu keolahragaan ditinjau dari matematika.

PEMBAHASAN

A. Kajian Teoritis

1. Renang sebagai Cabang Olahraga Pertandingan

Dalam bidang olahraga banyak hal yang dapat kita apresiasikan ke dalam model matematika. Cabang olahraga renang adalah cabang olahraga yang dipertandingkan pada cabang olahraga air secara formal terdiri dari empat gaya yang diperlombakan baik pada kejuaraan-kejuaraan resmi maupun tidak resmi. Keempat gaya tersebut adalah gaya bebas, gaya punggung, gaya dada dan gaya kupu-kupu. Dari keempat gaya tersebut masing-masing mempunyai nomor perlombaan yaitu nomor 50m, 100m, 200m, 400m, 800m dan 1500m.

Renang gaya bebas adalah gaya yang paling cepat dibandingkan gaya-gaya renang lainnya dalam pertandingan. Kecepatan gaya bebas tertinggi adalah 2,17m/s. Gaya-gaya yang lainnya berada di bawahnya, gaya kupu-kupu 1,98m/s, gaya punggung 1,84m/s dan gaya dada 1,67m/s. Gerakan pada gaya bebas, lengan mengayuh secara bergantian bersamaan dengan gerakan kaki melakukan cambukan secara terus-menerus, posisi badan sesekali miring untuk mengambil nafas. Pada gaya bebas, daya dorong lebih banyak atau kurang lebih 85 % dihasilkan dari gerakan lengan. Renang gaya bebas mekanismenya dibagi menjadi lima bagian yaitu posisi tubuh, gerakan kaki, gerakan lengan, bernafas dan koordinasi.

Renang gaya punggung adalah salah satu gaya renang yang posisi badannya terlentang berbeda dengan gaya-gaya lainnya dalam pertandingan. Gaya punggung dalam pertandingan memiliki kecepatan tertinggi ketiga setelah gaya bebas dan gaya kupu-kupu. Gerakan kaki pada gaya punggung mirip dengan gaya bebas demikian pula gerakan lengan mengayuh secara bergantian. Pada gaya punggung pengambilan nafas tidak mengalami kesulitan, karena posisi mulut sudah berada di atas permukaan air.

2. Persamaan Trendline

Untuk menggunakan persamaan trendline secara efektif, kita perlu memahami apa yang kita pilih. Pencocokan yang baik untuk data-data terganggu menggunakan trendline seringkali dapat menyiratkan sesuatu mengenai proses yang membangkitkan data. Secara umum, kita perlu melakukan eksperimen dengan tipe-tipe trendline dan parameter yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang cocok.

Tipe-tipe trendline adalah sebagai berikut:

- Linier: Pilihan ini menghitung least square yang cocok untuk data melalui garis lurus:

$$y = mx + b$$

dengan m adalah kemiringan garis dan b adalah titik potong di sumbu-y.

- Polinomial: Least square polinomial mencocokkan terhadap data yang dihitung dengan:

$$y = b + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3 + \dots + c_6x^6$$

dengan b dan c_n adalah konstanta yang dipilih. Kita tidak dapat menggunakan polinomial yang lebih tinggi daripada x^6 karena itu sudah cukup untuk menyelesaikan beberapa kasus.

- c. Logaritma: Least square logaritma menyelesaikan pencocokan data melalui persamaan:

$$y = c \ln(x) + b$$

dengan c dan b adalah konstanta dan $\ln(x)$ adalah logaritma natural x.

- d. Perpangkatan: Least square perpangkatan mencocokkan data melalui, $y = c x^b$ dengan c dan b adalah konstanta.
- e. Eksponensial: Suatu least square eksponensial mencocokkan data melalui perhitungan: $y = c e^{bx}$ dengan c dan b adalah konstanta.
- f. Nilai R-kuadrat: Nilai R-kuadrat adalah pengukuran kecocokan yang terbaik, yaitu seberapa baikkah hitungan trendline mencocokkan data. Nilai sempurna adalah 1 dan yang terburuk adalah 0. Nilai R-kuadrat dihitung berdasarkan:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

Dengan SSE adalah jumlah kuadrat dari error kuadrat (sum of squared errors).

$$SSE = \sum (Y_j - \hat{Y}_j)^2$$

Dan SST adalah jumlah aljabar dari kuadrat deviasi dari nilai mean (sum of the squared deviations from the mean),

$$SST = (\sum Y_j^2) - 1/n (\sum Y_j)^2$$

Y_j adalah titik data dan \hat{Y}_j adalah titik penghubung dalam model untuk trendline.

- g. Moving Average: Trendline moving average dihitung dengan:

$$F_t = 1/n (A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-n+1})$$

Perhatikan bahwa jumlah titik di dalam trendline moving average sama dengan total jumlah titik di dalam deret, dikurangi jumlah titik yang kita pilih untuk periode average. Contoh, jika kita memiliki 128 titik di dalam sebuah deret dan kita memilih 3 titik moving average, maka trendline akan memiliki 125 titik. Banyak kejuaraan tingkat dunia pada cabang olahraga renang ini sehingga data-data rekor waktu juga banyak terjadi. Dalam pertandingan renang gaya bebas dan gaya punggung putra dan putri untuk jarak 50m, 100m dan 200m banyak rekor waktu yang dipecahkan. Melalui metode kuadrat terkecil (least square) data-data waktu tersebut dapat diolah menjadi salah satu persamaan trendline. Persamaan trendline ini dapat dijadikan model prediksi waktu untuk menentukan pencapaian waktu prestasi yang akan datang.

B. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan studi kasus. Dimana dicobakan untuk beberapa kasus dalam hal ini hasil kejuaraan tingkat dunia sehingga dari kasus-kasus tersebut diperoleh model-model yang sesuai dengan kasusnya. Subyek penelitian adalah atlet-atlet renang nasional maupun internasional, sedangkan obyek penelitiannya terdiri dari waktu-waktu terbaik untuk setiap gaya (gaya bebas, gaya punggung) untuk 50 m, 100 m, 200 m.

Waktu penelitian dilaksanakan selama delapan bulan (April-Oktober). Waktu penelitian tersebut dimulai dari persiapan, perencanaan, penyusunan

proposal sampai penyerahan laporan dan seminar hasil penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan dalam memperoleh data adalah melalui penelusuran internet untuk mendapatkan data-data rekor renang untuk pertandingan gaya bebas dan gaya punggung dalam berbagai nomor jarak dimana Untuk tingkat dunia nomor 50m, 100m, 200m gaya bebas putra dan putri , untuk gaya punggung 100m dan 200m putra dan puteri.

Analais data dilakukan dengan salah satu metode matematika yaitu metode kuadrat terkecil (Least Square) dan metode peramalan (forecasting) melalui bantuan program microsoft exel dan SPSS untuk menentukan persamaan trendline yang cocok..

Model yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah model trendline linear. Model linear ini bentuknya $Y = a + b X$, dimana a adalah konstanta dan b adalah koefisien variabel bebas X yang menyatakan seberapa besar penambahan atau pengurangan nilai Y setiap satu satuan nilai X. Pada kolom t menunjukkan t hitung pada taraf kepercayaan 95% maupun 99%. Nilai ini digunakan untuk menguji koefisien regresi , apakah variabel bebas X berpengaruh secara nyata atau tidak, dengan cara membandingkan nilai t hitung dengan t tabel atau probabilitasnya (Sig) dengan taraf kesalahan (α) . Dapat dilihat jika nilai probabilitasnya sebesar $0,000 < 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa variabel bebas berpengaruh secara signifikan (nyata) terhadap variabel terikat Y seperti pada Tabel 1.

Tabel 1
Model prediksi waktu berdasarkan hasil kejuaraan dunia

Nomor Pertandingan	N	Model Prediksi	t	Sig	R ²	F	Sig F
Gaya bebas 50m Pa	21	$Y=23,377 - 0,1X$	252,483	0,000	0,906	183,015	0,000
Gaya bebas 100m Pa	44	$Y= 62,317- 0,373X$	151,508	0,000	0,929	549,554	0,000
Gaya bebas 200m Pa	51	$Y= 140,299- 0,716X$	82,737	0,000	0,765	159,260	0,000
Gaya punggung 100m Pa	57	$Y=74,107- 0,423X$	122,894	0,000	0,909	547,617	0,000
Gaya Punggung 200m Pa	51	$Y=166,558- 1,111X$	90,100	0,000	0,868	322,171	0,000
Gaya bebas 50m Pi	16	$Y=26,130- 0,139X$	499,326	0,000	0,979	662,724	0,000
Gaya bebas 100m Pi	59	$Y=77,964- 0,496X$	76,312	0,000	0,831	281,003	0,000
Gaya bebas 200m Pi	40	$Y=158,354- 1,253X$	85,853	0,000	0,87	255,380	0,000
Gaya punggung 100m Pi	65	$Y=83,796- 0,402X$	120,783	0,000	0,885	482,627	0,000
Gaya Punggung 200m Pi	53	$Y=176,496- 0,962X$	191,617	0,000	0,954	1050,625	0,000

Dari Tabel tersebut jumlah sampelnya berbeda-beda tiap nomor sesuai dengan jumlah even pertandingan dari awal dilombakan tingkat dunia sampai tahun 2008. Dalam hal ini Y sebagai variable terikat menunjukkan prediksi waktu sedangkan variabel bebas X menunjukkan even pertandingan dari waktu awal sampai waktu terakhir (aktual). Dari hasil di atas model prediksi adalah model trendline linear dimana koefisien regresinya signifikan semuanya, t hitung besar dan Sig = 0,000 < 0,005.

Model trendline yang paling cocok adalah model untuk nomor gaya bebas puteri 50m karena R² paling tinggi (0,979) dan F hitung paling tinggi (662,724). Jika dilihat dari masing-masing nomor, model-model prediksi trendline yang paling cocok diperoleh sebagai berikut:

Tabel 2
Model yang paling cocok

Nomor Pertandingan			
Putera		Puteri	
Gaya Bebas	Gaya Punggung	Gaya Bebas	Gaya Punggung
Nomor 100m Y = 62,317-0,373X t=151,5 sig=0,000 R ² =0,929, F=549,55 Sig F=0,000	Nomor 100m Y=74,107-0,423X t=122,894 sig=0,000 R ² =0,909, F=547,617 Sig F=0,000	Nomor 50m Y=26,130-0,139X t=499,326 sig=0,000 R ² =0,979, F=662,724 Sig F=0,000	Nomor 200m Y=176,496-0,962X t=191,617 sig=0,000 R ² =0,954, F=1050,625 Sig F=0,000

Untuk tingkat kejuaraan dunia, nomor jaraknya merata , untuk putera, baik gaya bebas maupun gaya punggung nomor 100m merupakan model yang paling cocok , sedang untuk puteri gaya bebas 50m dan gaya punggung 200m adalah model yang paling cocok.

Berdasarkan uji signifikansi, model-modelnya signifikan dapat dilihat dari nilai sig F = 0,000.nilai R² yang terbesar adalah pada model untuk gaya bebas puteri 50m (0,979) pada tingkat internasional. Oleh karena itu dari semua model yang cocok di atas adalah model trendline untuk gaya bebas puteri 50m.

Tabel 3
Hasil prediksi waktu dibandingkan waktu sebenarnya (aktual)
tingkat internasional

Nomor Pertandingan	N	Model prediksi	Waktu prediksi	Waktu aktual	Error	R ²
Gaya bebas 50m Pa	21	Y=23,377 - 0,1X	21.277	21.44	0.163	0,906
Gaya bebas 100m Pa	44	Y= 62,317- 0,373X	45.905	47.60	1.695	0,929
Gaya bebas 200m Pa	51	Y= 140,299-0,716X	103.783	107.50	3.717	0,765
Gaya punggung 100m Pa	57	Y=74,107-0,423X	49.996	52.98	2.984	0,909
Gaya Punggung 200m Pa	51	Y=166,558-1,111X	109.897	115.90	6.003	0,868
Gaya bebas 50m Pi	16	Y=26,130-0,139X	23.906	23.97	0.064	0,979
Gaya bebas 100m Pi	59	Y=77,964-0,496X	48.7	52.88	4.18	0,831
Gaya bebas 200m Pi	40	Y=158,354-1,253X	108.234	115.50	7.266	0,87
Gaya punggung 100m Pi	65	Y=83,796-0,402X	57.666	59.21	1.544	0,885
Gaya Punggung 100m Pi	53	Y=176,496-0,962X	125.51	126.40	0.89	0,954

Dari hasil prediksi waktu tiap model untuk rekor terbaru dibandingkan dengan hasil sebenarnya, jika dilihat dari errornya semuanya cukup baik. Untuk gaya bebas 50m puteri errornya paling kecil (0,064) dan $R^2 = 0,979$ adalah paling besar, sesuai pengujian secara statistika model ini adalah model yang paling cocok. Sedangkan .gaya bebas 200m puteri errornya paling besar (7,266), namun tetap signifikan. Sesuai dengan pengujian model secara statistik semua model untuk tingkat internasional ini signifikan (Sig = 0,000<0,05).

KESIMPULAN

1. Model prediksi waktu yang dihasilkan adalah model trendline linear.
2. Semua model prediksi waktu menunjukkan hasil yang signifikan.
3. Model trendline yang paling cocok adalah model untuk nomor gaya bebas puteri 50m karena R^2 paling tinggi (0,979) dan F hitung paling tinggi (662,724).

Daftar Pustaka

- Badruzaman, (2007). *Modul Teori Renang I*, Bandung: FPOK UPI.
- Edy Soewono. (2001). *Metode Matematika Lanjut*. Bandung: Departemen matematika Institut teknologi Bandung.
- Mureika. (1998). *How Good Can You Get? Using mathematical models to predict the future of athletics*, Running Megazine. <http://desert.jsd.claremont.edu/~newt/track/ultimate.html>.
- Jonathan Sarwono. (2006). *Panduan Cepat dan Mudah SPSS14*, Yogyakarta: Andi.
- Nidaul Hidayah. (2003). *Suatu Model Matematika untuk Mendapatkan Strategi Optimal Berlari pada Lintasan Tertutup dengan Kondisi Berangin*, Bandung, Tesis, Departemen Matematika ITB
- Nidaul Hidayah, (2003), *Model Matematika Sederhana untuk Lari Jarak Pendek (Sprint)*, Makalah Konferensi Matematika Asia Tenggara, Bandung, UNISBA
- Bloch, (2005), *Excel untuk Insinyur dan Ilmuwan*, Jakarta, Erlangga.
- Timothy Heazlewood, (2006), *Prediction Versus Reality: The Use Of Mathematical Models To Predict Elite Performance In Swimming and Athletics at The Olympic Games*, ©Journal of Sports Science and Medicine (2006) 5, 541-547.

Penulis:

Nidaul Hidayah, M.Si adalah pengajar di Jurusan Pendidikan Kepeleatihan Olahraga FPOK UPI dengan bidang keahlian Statistik, tes dan pengukuran olahraga.