

Simulasi Strategi Sekolah Dengan Model *Predator-Prey* Pada Jumlah dan Kualitas Lulusan yang Diterima SNMPTN

Mukhamad Fahim Fikri^{1,*}, Hamdan Mursyida Arifin², Ramadhana Fardian Perkasa³, Muhammad Ainul Yaqin⁴

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Indonesia

¹17650107@student.uin-malang.ac.id; ²17650085@student.uin-malang.ac.id; ³17650095@student.uin-malang.ac.id;

⁴yaqinov@ti.uin-malang.ac.id;

*corresponding author

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Sejarah Artikel

Diterima: 31 Desember 2020
Direvisi: 14 Februari 2021
Diterbitkan: 30 April 2022

Kata Kunci

Simulasi Strategi Sekolah
Predator-Prey
SNMPTN

Tujuan dari penelitian ini adalah mensimulasikan strategi sekolah dengan model *predator-prey* pada jumlah pendaftar dan kualitas yang diterima pada SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri). *Predator-prey* merupakan sebuah model yang memfokuskan pada variabel populasi utama dan mendasarkan model tersebut pada asumsi-asumsi. Asumsi harus dibuat berdasarkan situasi *predator-prey* yang tidak nyata. Dalam model ini jumlah pendafar berperan sebagai mangsa dan pendaftar yang diterima sebagai predator. Tingkat pertumbuhan alami dari jumlah pendaftar dan pendaftar yang diterima digunakan sebagai parameter *predator-prey*. Hasil penelitian ini merujuk ke hasil bagaimana pertumbuhan pendaftar dan yang diterima untuk beberapa tahun kedepan.

PENDAHULUAN

Persoalan yang melibatkan model matematika banyak muncul dalam berbagai disiplin ilmu pengetahuan, seperti dalam bidang fisika, biologi, kimia, ekonomi, atau pada persoalan rekayasa (*engineering*). Hewan atau tumbuhan yang hidup dalam hubungan predator-mangsa atau sedang berpasangan netral satu sama lain. Kami mengasumsikan perkembangan temporal dari kepadatan populasi dijelaskan oleh sistem persamaan diferensial yang memiliki solusi keadaan ekuilibrium[1]. Begitu banyak teknik dalam pemodelan. Salah-satunya adalah model *predator-prey*, model ini diperkenalkan oleh Alfred j. Lotka dn Vito Volterra sekitar tahun 1920. Model itu sendiri berbentuk sistem non-linier, persamaan diferensial, menjelaskan evolusi dua populasi atau spesies yang berinteraksi[2]. Seperti populasi ular dan tikus di suatu kawasan. Mereka berasumsi bahwa ular hanya akan memburu tikus dan tidak ada hewan lain yang berburu tikus. Jika sumber makanan satu-satunya bagi ular adalah tikus dan jumlah populasi tikus turun dengan sangat signifikan, maka akan terjadi kelangkaan makanan yang menyebabkan kelaparan bagi sebagian ular. Dengan berkurangnya jumlah populasi ular, populasi tikus seharusnya akan meningkat.

Pendidikan merupakan faktor utama dalam pembentukan pribadi manusia. Menyadari akan hal tersebut, pemerintah sangat serius menangani pendidikan dan berusaha terus untuk peningkatan mutu pendidikan, sebab dengan sitem pendidikan yang baik diharapkan muncul generasi penerus bangsa yang berkualitas dan mampu mengadakan perubahan kearah yang lebih baik dalam kehidupan bermasyarakat berbangsa dan bernegara[3]. Seleksi nasional masuk perguruan tinggi negeri (SNMPTN) merupakan cara menyeleksi calon mahasiswa dengan jalur undangan berdasarkan prestasi yang bersangkutan pada saat SMA. Jumlah siswa yang mengikuti seleksi nasional masuk perguruan tinggi negeri(SNMPTN) dari tahun

ke tahun mengalami peningkatan dan juga penurunan dan hanya sekitar 19,74% untuk peserta reguler dan 26,32% untuk peserta KIP-Kuliah dari siswa yang mendaftar yang berhasil lolos per tahun 2020. SNMPTN dengan para pendaftar merupakan suatu sistem yang berkaitan. Persentase kegagalan pendaftar SNMPTN akan meningkat ketika kuota minimal penerimaan sampai pada titik dimana akan terpenuhi. Begitu juga sebaliknya persentase penerimaan SNMPTN akan meningkat ketika kuota minimal penerimaan masih jauh belum terpenuhi. Maka dari itu interaksi antara SNMPTN dengan para pendaftar merupakan replikasi dari model *predator-prey*. Model *predator-prey* ini juga dikenal sebagai model untuk memodelkan kompetisi dalam sistem biologis [4]. Jumlah Pendaftar SNMPTN pada tahun 2014 mencapai 777.536 orang dan hanya diterima sekitar 125.406 orang. Pada tahun 2019 jumlah pendaftar mencapai 478.608 orang, pendaftar mengalami penurunan lebih dari 50% sedangkan yang diterima SNMPTN juga mengalami penurunan. Dengan menggunakan model ini diharapkan sekolah dapat mempelajari pola perubahan yang terjadi dan memprediksikan di masa yang akan datang. Dan juga agar sekolah membuat kebijakan baru dalam menghadapi SNMPTN

METODE

Model Predator-Prey

Model *predator-prey* juga dikenal dengan model Lotka-Volterra, yang mana diusulkan sebagai suatu model untuk menjelaskan tentang keanekaragaman populasi ikan hiu dan ikan kecil di laut Adriatic oleh seorang matematikawan asal Italia Vito Volterra[5]. Model *predator-prey* dapat dikembangkan dengan memfokuskan pada variable populasi utama dan mendasarkan model tersebut pada asumsi-asumsi[6]. Asumsi harus dibuat berdasarkan situasi *predator-prey* yang tidak nyata. Dalam hal ini asumsi yang dibuat adalah predator sepenuhnya bergantung kepada prey sebagai satu-satunya sumber makanan dan spesies prey memiliki sumber makanan tidak terbatas. Asumsi-asumsi ini akan mengisolasi interaksi *predator-prey* kedalam suatu lingkungan dimana tidak ada iklim atau bencana, dan lingkungan ini hanya terdiri dari 2 spesies. Model ini akan menjelaskan interaksi antara dua spesies dalam satu habitat yang sama. Pertama kita harus mendefinisikan spesies apa yang menjadi prey dimana merupakan sumber makanan yang cukup dan predator yang memakan prey. Model ini bergantung kepada dua variabel dan waktu secara bersamaan. $R(t)$ merupakan jumlah dari prey (R : rabbits) dan $W(t)$ merupakan jumlah dari predator (W : wolves) dalam satuan waktu t . Asumsi pertama dalam membangun model ini adalah tidak adanya predator, prey akan bertumbuh dengan laju yang tetap. Jika populasi serigala tidak ada, akan meningkatkan jumlah populasi dari kelinci, dapat ditulis seperti pada Persamaan (1).

$$\frac{dR}{dt} = aR, a > 0 \text{ ketika } W = 0$$

(1)

Asumsi yang kedua ialah absennya populasi dari *prey*, maka predator akan berkurang/mati. jika populasi kelinci tidak ada, akan menurunkan jumlah populasi serigala, dapat ditulis, sebagaimana Persamaan (2).

$$\frac{dW}{dt} = -cW, c > 0 \text{ ketika } R = 0$$

(2)

Ketiga dan asumsi terakhir ialah ketika *predator* dan *prey* berinteraksi/bertemu, mereka bertemu dengan konstan yang berpengaruh pada pertumbuhan populasi mereka, dan setiap pertemuan mereka akan menghasilkan pertumbuhan populasi bagi *predator* dan berkurangnya *populasi* dari *prey*. Dengan kata lain, populasi *predator* akan meningkat sebesar dRW dan populasi *prey* berkurang sebesar $-bRW$. Dengan asumsi tersebut, model persamaan yang dapat terbentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dR}{dt} &= aR - bRW = R(a - bW) \\ \frac{dW}{dt} &= -cW + dRW = W(-c + dR) \end{aligned}$$

(3)

Persamaan Predator-Prey

Model *predator-prey* akan diterapkan pada kasus jumlah dan kualitas lulusan siswa yang diterima SNMPTN. E merupakan jumlah dari *prey* (E dari pendaftar SNMPTN) dan J merupakan jumlah dari *predator* (J dari pendaftar yang diterima SNMPTN). Asumsi pertama dalam membangun model ini adalah menurunnya pendaftar yang diterima, jumlah pendaftar akan bertumbuh dengan laju yang tetap. Ditunjukkan pada Persamaan (4).

$$\frac{dE}{dt} = kE$$

(4)

Asumsi yang kedua ialah menurunnya jumlah pendaftar, maka akan memperburuk/menurunnya persentase yang diterima pada SNMPTN. Maka persamaannya dapat ditulis, seperti Persamaan (5).

$$\frac{dJ}{dt} = -rJ$$

(5)

Asumsi terakhir ialah ketika pendaftar yang diterima dan jumlah pendaftar berinteraksi/bertemu, mereka bertemu dengan konstan yang berpengaruh pada pertumbuhan populasi mereka. Diasumsikan bahwa penyebab utama dari menurunnya pendaftar yang diterima adalah meningkatnya jumlah pendaftar, dan laju kelahiran dan laju bertahan hidup dari pendaftar yang diterima bergantung pada jumlah pendaftar. Kedua spesies ini saling bertemu dengan laju tetap untuk kedua populasi menghasilkan produk EJ . (Semakin banyak jumlah suatu populasi, semakin besar pula kemungkinan mereka bertemu.) Maka model persamaan sistem berdasarkan asumsi yang telah dibuat ditulis sebagaimana Persamaan (6)

$$\frac{dE}{dt} = kE - aEJ ; \frac{dJ}{dt} = -rJ + bEJ$$

(6)

Ekuasi *Predator-Prey* Pada Excel

Excel merupakan software yang digunakan untuk memproses berbagai macam data dalam bentuk tabel. Dengan adanya fitur formula dan chart pada excel yang bisa digunakan untuk mengolah data numerik dan menampilkan data dalam bentuk grafik. Pada excel terdapat berbagai macam jenis *chart*/grafik, salah satunya adalah grafik plot yang cocok untuk menampilkan data dari metode *predator-prey*.

PEMBAHASAN

Pengumpulan Data Mentah

Data yang dikumpulkan diambil dari data mentah yang disajikan pada website resmi Dinas Pendidikan Nasional (Diknas) dan diperoleh dari internet. Data mentah yang kami gunakan merupakan data jumlah keseluruhan dari pendaftar SNMPTN setingkat SMA dan data jumlah siswa lolos SNMPTN setingkat SMA dalam kurun waktu 6 tahun terakhir. Data yang diambil adalah data klasifikasi per tahun mulai tahun 2014 sampai 2019.

Pengolahan Data

Pemodelan *Predator-Prey* dengan persamaan Lotka-Volterra digunakan untuk menemukan model persamaan hasil dari data yang digunakan. Pada penelitian ini, model *Predator-Prey* akan diterapkan pada kasus pendaftar SNMPTN dan siswa yang diterima SNMPTN. Berikut data jumlah per tahun yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Data Calon Mahasiswa Jalur SNMPTN

Tahun	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pendaftar	777.536	852.093	645.202	517.166	586.155	478.608
Diterima	125.406	137.005	115.178	101.906	110.946	92.331

X merupakan jumlah dari pendaftar SNMPTN yang berperan sebagai *prey*, dan Y merupakan jumlah siswa yang diterima SNMPTN yang berperan sebagai *predator*. Dalam kasus ini, ditentukan beberapa asumsi model *Predator-Prey*. Asumsi yang dibuat adalah :

1. *Predator* (siswa lolos) sepenuhnya bergantung kepada *prey* (siswa pendaftar) sebagai satu-satunya sumber makanan.
2. Spesies *prey* (siswa pendaftar) memiliki sumber makanan yang tidak terbatas.

Penentuan Konstanta

Dalam ekuasi *Predator-Prey* yang digunakan, didefinisikan beberapa konstanta sebagai berikut :

- Tingkat Pertumbuhan *Prey* (a) = 0,03
- Pertemuan Antara *Predator & Prey* (b) = 0,0009
- Tingkat Pertumbuhan *Predator* (d) = 0,0005
- Tingkat *Mortality Predator* (L) = 0,05

Ekuasi Perhitungan Lotka-Volterra

Dalam persamaan Lotka-Volterra, didefinisikan perhitungan sebagai berikut :

$$\Delta x = (ax) - (bxy)$$

$$\Delta y = (dxy) - (Ly)$$

Dimana $\Delta x/\Delta y$ merupakan tingkat efisiensi penangkapan antara *predator* dan *prey*.

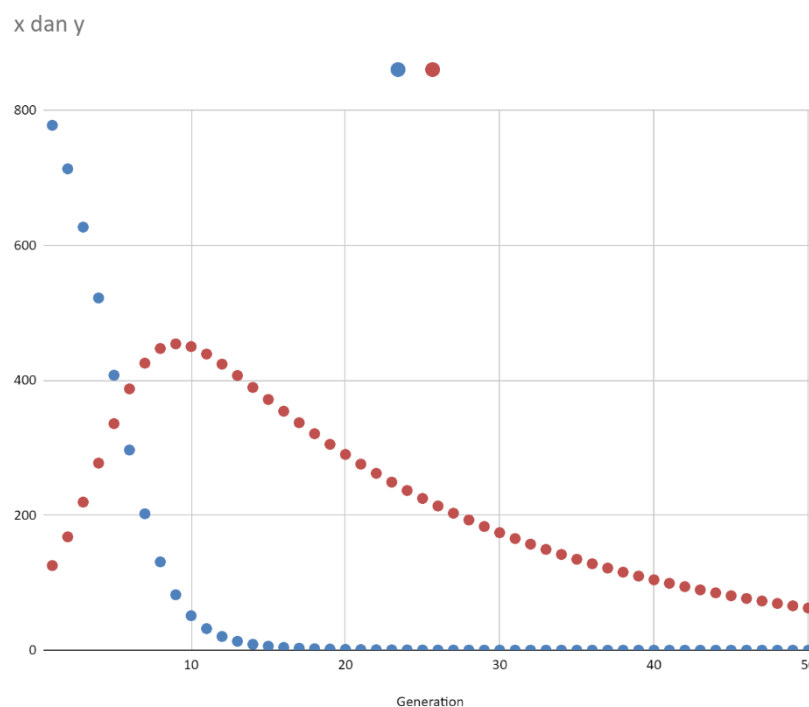
$$x' = (ax) - (bxy) + x$$

$$y' = (dxy) - (Ly) + y$$

Dimana x' merupakan hasil jumlah *prey* berdasarkan iterasi untuk asumsi generasi *prey* selanjutnya. Sedangkan y' merupakan hasil jumlah *predator* berdasarkan iterasi pula untuk asumsi generasi predator selanjutnya.

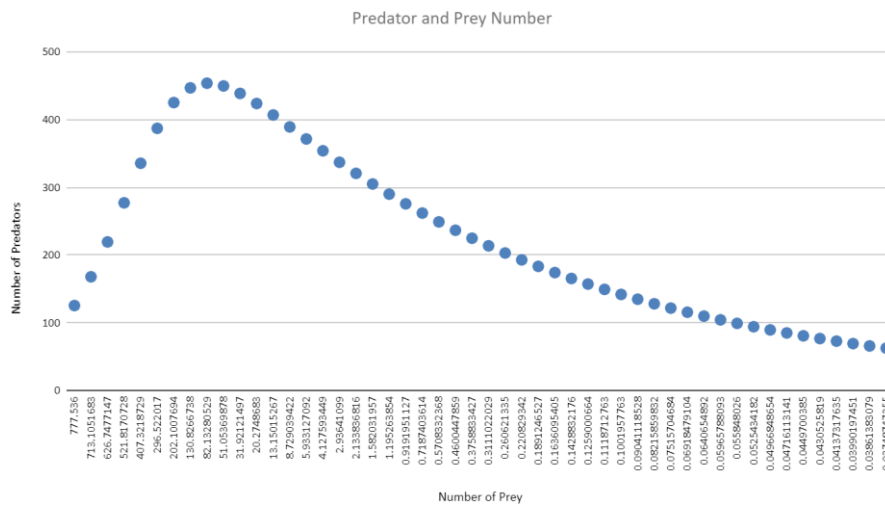
Model Hasil Predator-Prey

Persamaan interaksi Lotka-Volterra dapat digunakan untuk menentukan kemungkinan jumlah populasi, baik itu populasi *prey* maupun populasi *predator*. Untuk menyederhanakan penggunaan persamaan, kami mengubah bentuk data atas *predator* (siswa lolos) dan *prey* (siswa pendaftar) kedalam bentuk desimal 3 angka dibelakang koma. sehingga didapatkan model hasil seperti Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Populasi Siswa yang daftar dan lolos SNMPTN

Pada Gambar 1, ditunjukkan data jumlah populasi *predator* dan *prey* yang telah dimasukkan pada persamaan Lotka-Volterra menunjukkan penurunan populasi dan saling berpotongan pada satu titik untuk kasus jumlah populasi siswa yang mendaftarkan SNMPTN dan yang lolos SNMPTN.



Gambar 2. Grafik tingkat penurunan populasi siswa pendaftar SNMPTN

Gambar 2 menunjukkan tingkat penurunan jumlah populasi siswa pendaftar SNMPTN sebagai *prey*. Kami menggunakan batasan 50 kali proses iterasi untuk menentukan tingkat penurunan tersebut. Hasil iterasi dan tingkat penurunan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Iterasi perhitungan menggunakan *predator-prey*

<i>Generation</i>	<i>prey</i> x	<i>predators</i> y
1	777.536	125.406
2	713.1051683	167.8895398
3	626.7477147	219.3565121
4	521.8170728	277.1292828
5	407.3218729	335.5782142
6	296.522017	387.1434769
7	202.1007694	425.1845854
8	130.8266738	446.890422
9	82.13280529	453.7784947
10	51.05369878	449.7246203
11	31.92121497	438.7184419
12	20.2748683	423.7847327
13	13.15015267	406.8915859
14	8.729039422	389.2223498
15	5.933127092	371.4600009
16	4.127593449	353.9889606
17	2.93641099	337.0200738
18	2.133836816	320.6638849
19	1.582031957	304.9728128
20	1.195263854	289.9654105
21	0.9191951127	275.6404326

22	0.7187403614	261.9850946
23	0.5708332368	248.9799895
24	0.4600447859	236.6020531
25	0.3758833427	224.8263742
26	0.3111022029	213.6273097
27	0.260621335	202.9791742
28	0.220829342	192.8566659
29	0.1891246527	183.2351268
30	0.1636095405	174.0906976
31	0.1428832176	165.4004041
32	0.1259000664	157.1422004
33	0.1118712763	149.2949825
34	0.1001957763	141.8385843
35	0.09041118528	134.7537609
36	0.08215859832	128.0221645
37	0.07515704684	121.6263153
38	0.06918479104	115.5495701
39	0.0640654892	109.7760887
40	0.05965788093	104.2908007
41	0.055848026	99.07937154
42	0.0525434182	94.12816966
43	0.04966848654	89.42423408
44	0.04716113141	84.95524316
45	0.0449700385	80.7094843
46	0.0430525819	76.67582484
47	0.04137317635	72.84368414
48	0.03990197451	69.20300682
49	0.03861383079	65.74423715
50	0.03748747255	62.45829461

Hasil generasi yang didapatkan dari 50 kali iterasi tersebut masih berbentuk jumlah desimal dengan 3 angka dibelakang koma. Hasil yang sebenarnya dapat didapatkan dengan mengubah setiap nilai yang didapatkan dengan hasil $x(N) = x' \times 1000$ dan $y(N) = y' \times 1000$.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah simulasi strategi sekolah setingkat SMA/SMK/MA di Indonesia dengan indikator jumlah pendaftar SNMPTN dan jumlah siswa yang diterima dapat diukur dengan penggunaan model sistem *Predator-Prey* dengan persamaan Lotka-Volterra. Hal ini dikarenakan pendaftar dapat berperan sebagai *prey* dan pendaftar yang diterima sebagai *predator* dengan asumsi bahwa *prey* hanya satu-satunya makanan *predator*. Hasil penelitian ini merujuk ke hasil bagaimana pertumbuhan pendaftar dan yang diterima untuk beberapa tahun kedepan dengan mengubah bentuk jumlah hasil kembali yang berupa desimal 3 angka dibelakang koma.

REFERENSI

- [1] W. Krabs, "A general predator-prey model," *Math. Comput. Model. Dyn. Syst.*, vol. 9, no. 4, pp. 387–401, 2003, doi: 10.1076/mcmd.9.4.387.27896.
- [2] J. Durand and R. Durand, "Fitting and testing a 'predator-prey' model," *J. Math. Sociol.*, vol. 17, no. 1, pp. 51–62, 1992, doi: 10.1080/0022250X.1992.9990098.
- [3] M. Saifulloh, Z. Muhibbin, and H. Hermanto, "Strategi Peningkatan Mutu Pendidikan Di Sekolah," *J. Sos. Hum.*, vol. 5, no. 2, pp. 206–218, 2012, doi: 10.12962/j24433527.v5i2.619.
- [4] M. S. Becker, "Applying predator-prey theory to evaluate large mammal dynamics: Wolf predation in a newly-established multiple-prey system," *Response*, no. December, pp. 1–113, 2008, [Online]. Available: <http://etd.lib.montana.edu/etd/2008/becker/BeckerM1208.pdf>.
- [5] S. Kingsland, "Alfred J. Lotka and the origins of theoretical population ecology," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 112, no. 31, pp. 9493–9495, 2015, doi: 10.1073/pnas.1512317112.
- [6] L. C. Pulley, "Analyzing Predator-Prey Models Using Systems of Ordinary Linear Differential Equations," p. 344, 2011, [Online]. Available: http://opensiuc.lib.siu.edu/uhp_theses.