



Simulasi Algoritma Monte Carlo Dalam Memprediksi Tingkat Hafalan Al-Qur'an Santri

Mutia^{1✉}, Gunadi Widi Nurcahyo², Yuhandri Yunus³

^{1,2,3}Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

mutiapasaribu76@gmail.com

Abstract

Islamic boarding schools are known to be able to give birth to the Qur'an's tahfidz. With the memorization program, the halaqah about the basic text of the religion makes the Islamic boarding schools increasingly known to the community as an educational institution and a strong milestone of religious knowledge that can bring blessings. The purpose of this study was to predict the level of rote learning of the students at the Tahfiz Lan Tabur Pagaram Islamic Boarding School. Thus, it is easier for Islamic boarding schools to take strategies to improve the quality of students themselves. The data processed in this study are data sourced from the Natural Boarding School of Tahfiz Al-Qur'an Lan Tabur Pagaram. Based on the number of students who memorized the Al-Qur'an or Tahfidz in the 2017 to 2019 class which is processed by Monte Carlo algorithm simulation. The processing step is to bring up a random number from the sampling data that has been taken. The results of testing on this method found that the system used to predict the level of memorization of the Al-Qur'an with an average accuracy of 84% in 2018 and an average accuracy of 88% in 2019. With a high degree of accuracy, simulations performed using the Monte Carlo algorithm can predict the number of students memorized by the Qur'an, making it easier for Islamic boarding schools to obtain information about the likelihood of future events at the level of memorization of students at Islamic boarding schools Alam Tahfiz Al-Qur'an Lan Tabur Pagaram.

Keywords: Simulation, Monte Carlo, Prediction, Students, Boarding School.

Abstrak

Pondok pesantren dikenal mampu melahirkan para tahfidz Al-Qur'an. Dengan adanya program hafalan, halaqah tentang teks dasar ilmu Agama membuat pondok pesantren semakin dikenal masyarakat sebagai lembaga pendidikan dan tonggak Ilmu Agama yang kuat yang dapat mendatangkan keberkahan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi tingkat hafalan para santri di Pondok Pesantren Alam Tahfiz Lan Tabur Pagaram. Sehingga, memudahkan pihak pesantren untuk mengambil strategi dalam meningkatkan kualitas diri para santri. Data yang diolah dalam penelitian ini adalah data yang bersumber dari Pondok Pesantren Alam Tahfiz Lan Tabur Pagaram. Berdasarkan jumlah santri yang hafal Al-Qur'an atau Tahfidz pada angkatan tahun 2017 hingga 2019 yang diolah dengan simulasi algoritma *Monte Carlo*. Tahapan pengolahannya adalah dengan memunculkan *random number* dari data sampling yang telah diambil. Hasil pengujian terhadap metode ini didapatkan bahwa sistem yang digunakan untuk memprediksi tingkat hafalan Al-Qur'an Santri dengan rata-rata akurasi tahun 2018 sebesar 84% dan rata-rata akurasi tahun 2019 sebesar 88%. Dengan dengan tingkat akurasi yang tinggi, simulasi yang dilakukan menggunakan algoritma *Monte Carlo* dapat memprediksi jumlah santri yang hafal Al-Qur'an, sehingga memudahkan pihak Pesantren mendapatkan informasi tentang kemungkinan yang akan terjadi di masa yang akan datang pada tingkat hafalan para santri di Pondok Pesantren Alam Tahfiz Lan Tabur Pagaram.

Kata kunci: Simulasi, *Monte Carlo*, Prediksi, Santri, Pesantren.

© 2020 JSisfotek

1. Pendahuluan

Pondok Pesantren merupakan Lembaga Pendidikan Islam, di dalamnya belajar Ilmu Agama dan pengajaran tentang Ilmu Pengetahuan Umum modern yang sudah diperkenalkan termasuk teknologi. Pesantren memiliki peran yang sangat besar atas kemerdekaan Indonesia [1]

Simulasi dan pemodelan sebuah perangkat untuk melakukan uji coba dengan tujuan mendapatkan alternatif terbaik untuk mendukung pengambilan keputusan dalam menyelesaikan suatu permasalahan tertentu, data yang digunakan adalah data masa lalu. Prediksi atau peramalan merupakan perkiraan yang dibuat dalam kuantitas yang tepat. Peramalan

merupakan dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel yang berdasarkan data deret waktu historis. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu bentuk model matematis.

Penerapan metode *Monte Carlo* merupakan sebuah algoritma dengan menggunakan random sampling untuk mendapatkan hasil numerik, biasanya dilakukan simulasi berkali kali untuk mendapatkan distribusi dari entitas probabilistik yang tidak diketahui dan didapat hasil prediksi [2]. Simulasi *Monte Carlo* juga digunakan untuk menyelidiki ketidakpastian [3].

Algoritma *Monte Carlo* adalah algoritma atau perhitungan secara matematis untuk mensimulasikan berbagai perilaku sistem fisika dan matematika yang memungkinkan orang untuk memperhitungkan risiko dan pendukung pengambilan keputusan dalam ketidakpastian. Teknik ini digunakan oleh para profesional di bidang yang sangat berbeda seperti keuangan, manajemen proyek, energi, manufaktur. Dalam simulasi *Monte Carlo* dibangun suatu model berdasarkan sistem yang sebenarnya. Setiap variabel dalam model tersebut memiliki nilai yang memiliki probabilitas yang berbeda, yang ditunjukkan oleh distribusi probabilitas atau biasa disebut dengan Probability Distribution Function (PDF) dari setiap variabel [4].

Beberapa penelitian sebelumnya penerapan metode *Monte Carlo* dapat membantu mengetahui tingkat akurasi prediksi pendapatan penjualan produk cat Lenkote Supersilk pada Toko bangunan UD. Masdi. Tingkat akurasi seluruh penjualan produk cat Lencote adalah 89% [5]. Penelitian menggunakan metode *Monte Carlo* dengan menggunakan data persediaan barang dalam memprediksi persediaan stok barang. Tingkat akurasi sebesar 93% sehingga dapat membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan di masa yang akan datang [6]. Simulasi *Monte Carlo* juga diterapkan dalam algoritma binarisasi [7]. Metode *Monte Carlo* digunakan pada penelitian yang menyelidiki Kontingensi waktu dan biaya menggunakan analisis *Monte Carlo*, menghasilkan hasil industri yang dapat diterima untuk digunakan di masa depan dalam industri dan akademisi [8].

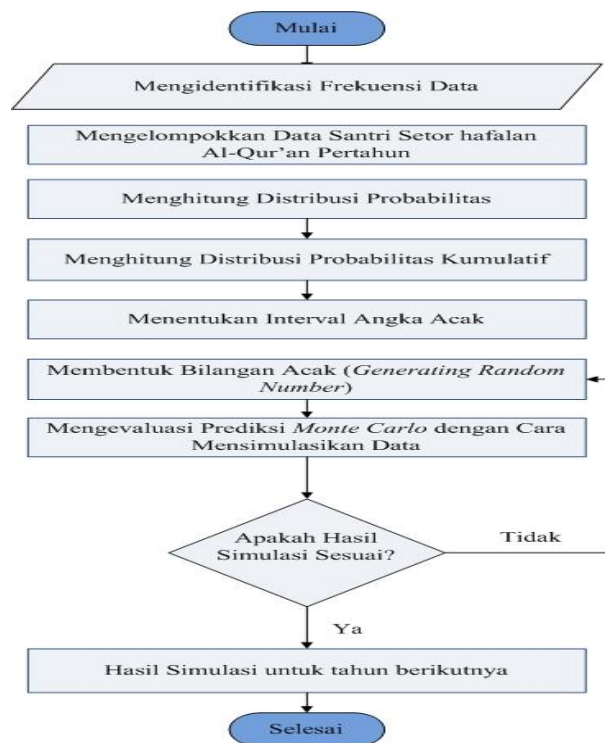
Penelitian selanjutnya penggunaan *Monte Carlo* juga dapat digunakan untuk mengurangi penumpukan antrian yang terjadi sehingga pelayanan menjadi efisien pada loket pengambilan obat RSI Ibnu Sina Pasaman Barat [9]. Dan dapat digunakan untuk penjadwalan pada proyek Serpong Garden Apartment [10]. Penelitian dengan penerapan *Monte Carlo* selanjutnya, diterapkan pada prediksi pendapatan penjualan keripik Maco Badarai pada toko home-industry. Simulasi sistem menggunakan metode *Monte Carlo* dapat membantu pihak manajemen untuk dapat memprediksi penjualan [11]. Pada penelitian simulasi untuk prediksi nilai Ujian Nasional diperoleh tingkat akurasi sebesar 86,68% [12]. Untuk memperkirakan anggaran tahunan untuk pemeliharaan pabrik [13]. Menghasilkan variabel acak dengan ekspektasi matematis [14].

Pada penelitian ini tujuan simulasi *Monte Carlo* adalah menemukan nilai variabel yang mendekati nilai sebenarnya, atau nilai yang akan terjadi berdasarkan distribusi dari data sampling. Biasanya *Monte Carlo* digunakan untuk memprediksi hasil di masa yang akan datang dan menjadi bahan acuan untuk mendukung pengambilan keputusan suatu instansi atau perusahaan. Dari uraian di atas, Simulasi Algoritma *Monte Carlo* dapat digunakan untuk Memprediksi tingkat hafalan Al-Qur'an Santri pada Pondok

Pesantren Alam Tahfiz Al-Qur'an Lan Tabur Pagaralam.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan kerangka kerja yang digunakan sebagai analisis data dalam penelitian. Metodologi meliputi gambaran tahapan-tahapan yang akan digunakan dalam pengolahan data agar lebih terstruktur. Tujuan yang akan dicapai adalah bagaimana merancang dan mengimplementasikan suatu sistem yang memudahkan dalam proses pengambilan keputusan dalam menggunakan simulasi algoritma *Monte Carlo* memprediksi tingkat hafalan Al-Qur'an para Santri di Pesantren Alam Tahfiz Al-Qur'an Lan Tabur Pagaralam. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Santri yang telah menyetorkan hafalan pada bulan Januari-Desember Tahun 2017-2019 Pesantren Alam Tahfiz Al-Qur'an Lan Tabur Pagaralam. Kerangka kerja untuk memudahkan dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Analisa Simulasi *Monte Carlo*

Berdasarkan Gambar 1 menjelaskan dengan rinci urutan tahapan-tahapan simulasi *Monte Carlo* sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi data dengan cara mengelompokkan data dan menetapkan frekuensi atau jumlah santri yang telah menyetorkan hafalan Al-Qur'an kepada Pembina Yayasan dalam tiga Tahun. Direkap dalam hitungan setiap bulan pada 3 tahun terakhir.

2. Menghitung dan menentukan distribusi probabilitas tiap variabel. Perhitungan distribusi probabilitas ini dilakukan pada tahun 2017 sampai tahun 2019.

3. Menghitung dan menentukan distribusi probabilitas kumulatif atau kemungkinan angka muncul untuk tiap variabel.

4. Menentukan Interval kemungkinan untuk bilangan acak setiap variabel. Digunakan sebagai penetapan perbandingan dari interval yang ditetapkan..

5. Menetapkan angka acak (*Random Numbers*). Yaitu u, t, i, R₀, dan mod s dengan rumus yang telah ditetapkan.

6. Mengevaluasi prediksi *Monte Carlo* dengan cara membuat simulasi dari setiap percobaan.

7. Hasil simulasi untuk memprediksi tahun berikutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini jumlah santri yang diproses adalah santri yang telah menyetorkan hafalannya pada Tahun 2017-2019 untuk mendapatkan hasil simulasi ditahun berikutnya.

a. Pengelompokan Data Santri

Mengidentifikasi data dilakukan dengan cara mengelompokkan data santri yang telah setor hafalan Tahun 2017, 2018, 2019. Berikut data rekapitulasi total frekuensi atau jumlah Santri menyetorkan hafalan Al-Qur'an yang digunakan pada penelitian ini pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Total Frekuensi Santri Menyetorkan Hafalan Al-Qur'an Tahun 2017-2019

No	Bulan	Total Frekuensi Santri Menyetorkan Hafalan Al-Qur'an (Orang)		
		2017	2018	2019
1	Januari	12	12	11
2	Februari	10	9	8
3	Maret	9	8	8
4	April	10	9	8
5	Mei	11	8	10
6	Juni	9	10	8
7	Juli	13	11	11
8	Agustus	11	10	10
9	September	9	8	8
10	Oktober	8	7	7
11	November	10	9	10
12	Desember	12	11	9
Total		124	112	108

Tabel 1 merupakan identifikasi data total frekuensi Santri yang telah menyetorkan hafalan Al-Qur'annya setiap tahun. Dari Tahun 2017-2019. Dengan rekapitulasi berdasarkan bulan dalam setahun. Data tersebut akan digunakan untuk proses simulasi. Penggunaan data *real* tahun 2017 dan tahun 2018 untuk menghasilkan prediksi tahun 2019.

b. Menghitung Distribusi Probabilitas

Berikut Tabel 2 Menyajikan perhitungan distribusi probabilitas menetapkan variabel-variabel penting dengan membagi nilai tiap transaksi pada jumlah variabel dari keseluruhan transaksi. Dari hasil pembagian tersebut diperoleh nilai distribusi probabilitas, kemudian menjumlahkan keseluruhan nilai distribusi probabilitas maka akan bernilai 1.

$$\Delta DP = \frac{\Delta JF}{TF} \quad (1)$$

Dimana:

DP = Distribusi Probabilitas ;

JF = Jumlah Frekuensi ;

TF = Total Frekuensi.

Perhitungan distribusi probabilitas setiap variabel bulan setoran hafalan Santri dapat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Distribusi Probabilitas Data Santri Setor Hafalan Al-Qur'an Tahun 2017, 2018, dan 2019

Bulan	Frekuensi Santri Menyetorkan Hafalan Al-Qur'an (Orang)					
	2017	DP	2018	DP	2019	DP
Januari	12	0,10	12	0,11	11	0,10
Februari	10	0,08	9	0,08	8	0,07
Maret	9	0,07	8	0,07	8	0,07
April	10	0,08	9	0,08	8	0,07
Mei	11	0,09	8	0,07	10	0,09
Juni	9	0,07	10	0,09	8	0,07
Juli	13	0,10	11	0,10	11	0,10
Agustus	11	0,09	10	0,09	10	0,09
September	9	0,07	8	0,07	8	0,07
Oktober	8	0,06	7	0,06	7	0,06
November	10	0,08	9	0,08	10	0,09
Desember	12	0,10	11	0,10	9	0,08
Total	124	1,00	112	1,00	108	1,00

Perhitungan distribusi probabilitas didapatkan dari hasil setor perbulan dibagi dengan total keseluruhan. Begitu seterusnya.

c. Menghitung Distribusi Probabilitas Kumulatif

Menghitung distribusi kumulatif untuk setiap variabel yaitu dengan cara menjumlahkan tiap angka distribusi probabilitas dengan nilai distribusi probabilitas sebelumnya. Variabel distribusi probabilitas kumulatif pertama adalah nilai distribusi probabilitasnya. Sehingga hasil pada distribusi kumulatif bernilai 1. Bentuk nilai distribusi probabilitas kumulatif untuk sampel data Santri setor hafalan Al-Qur'an terdapat pada tabel sebagai berikut:

$$DK_{ke-1} = nDP_{ke-1} + nDK_{ke-n} \quad (2)$$

Dimana:

DK = Distribusi Probabilitas Kumulatif ;

nDP = Nilai Distribusi Probabilitas ;

nDK = Nilai Distribusi Kumulatif.

Tabel 3. Distribusi Kumulatif Data Tahun 2017, 2018 dan 2019

Bulan	Frekuensi	2017		Frekuensi	2018		Frekuensi	2019	
		Distribusi Probabilitas	Distribusi Kumulatif		Distribusi Probabilitas	Distribusi Kumulatif		Distribusi Probabilitas	Distribusi Kumulatif
Januari	12	0,10	0,10	12	0,11	0,11	11	0,10	0,10
Februari	10	0,08	0,18	9	0,08	0,19	8	0,07	0,18
Maret	9	0,07	0,25	8	0,07	0,26	8	0,07	0,25
April	10	0,08	0,33	9	0,08	0,34	8	0,07	0,32
Mei	11	0,09	0,42	8	0,07	0,41	10	0,09	0,42
Juni	9	0,07	0,49	10	0,09	0,50	8	0,07	0,49
Juli	13	0,10	0,60	11	0,10	0,60	11	0,10	0,59
Agustus	11	0,09	0,69	10	0,09	0,69	10	0,09	0,69
September	9	0,07	0,76	8	0,07	0,76	8	0,07	0,76
Oktober	8	0,06	0,82	7	0,06	0,82	7	0,06	0,82
Nopember	10	0,08	0,90	9	0,08	0,90	10	0,09	0,92
Desember	12	0,10	1,00	11	0,10	1,00	9	0,08	1,00
Jumlah	124	1,00	-	112	1,00	-	108	1,00	-

d. Menentukan interval angka acak

Interval acak didapat dari masing-masing probabilitas kumulatif yang telah dihitung untuk memberikan serangkaian angka yang mewakili setiap kemungkinan nilai yang muncul pada setiap variabel dari tahun 2017-2019. Menetapkan interval angka acak dilakukan untuk setiap variabel. Acak yang digunakan bernilai 00-99, sehingga nilai distribusi kumulatif dikonversikan ke nilai angka acak untuk setiap variabelnya. Penggunaan angka acak berfungsi untuk menetapkan interval nilai dari setiap variabel probabilitas kumulatif. Tahapan ini juga memberikan acuan hasil simulasi prediksi jumlah Santri setor hafalan dan ditentukan berdasarkan nilai distribusi kumulatif. Nilai interval angka acak dapat dilihat pada Tabel 4.

2019. Jumlah data Santri yang setor hafalan Al-Qur'an pada tahun tersebut akan digunakan sebagai acuan prediksi hafalan Al-Qur'an yang akan disimulasikan. Bentuk bilangan acak (*random number*) dapat dilihat pada tabel berikut:

$$R_{i+1} = (u \cdot R_0 + t) \text{ Mod } s \quad (3)$$

Dimana:

R_i = Bilangan awal (bilangan bulat ≥ 0 , $R_0 < s$);

u = Konstanta Pengali ($u < s$);

t = Konstanta Pergeseran ($t < s$);

$\text{Mod } s$ = Konstanta Modulus ($s > 0$).

Dengan diketahui: $u = 4$, $t = 2$, $R_0 = 63$, $\text{mod } s = 99$

$$R_{i+1} = (u \cdot R_0 + t) \text{ mod } s$$

$$R_1 = (4 \cdot 63 + 2) \text{ mod } 99$$

$$= 254 \text{ mod } 99$$

$$= 56 \text{ dan seterusnya.}$$

Tabel 4. Interval Angka Acak Data Tahun 2017, 2018 dan 2019

Bulan	2017					2018					2019				
	F	DP	DK	Interval		F	DP	DK	Interval		F	DP	DK	Interval	
				Awal	Akhir				Awal	Akhir				Awal	Akhir
Januari	12	0,10	0,10	00	09	12	0,11	0,11	00	10	11	0,10	0,10	00	09
Februari	10	0,08	0,18	10	17	9	0,08	0,19	11	18	8	0,07	0,18	10	17
Maret	9	0,07	0,25	18	24	8	0,07	0,26	19	25	8	0,07	0,25	18	24
April	10	0,08	0,33	25	32	9	0,08	0,34	26	33	8	0,07	0,32	25	31
Mei	11	0,09	0,42	33	41	8	0,07	0,41	34	40	10	0,09	0,42	32	41
Juni	9	0,07	0,49	42	48	10	0,09	0,50	41	49	8	0,07	0,49	42	48
Juli	13	0,10	0,60	49	59	11	0,10	0,60	50	59	11	0,10	0,59	49	58
Agustus	11	0,09	0,69	60	68	10	0,09	0,69	60	68	10	0,09	0,69	59	68
September	9	0,07	0,76	69	75	8	0,07	0,76	69	75	8	0,07	0,76	69	75
Oktober	8	0,06	0,82	76	81	7	0,06	0,82	76	81	7	0,06	0,82	76	81
Nopember	10	0,08	0,90	82	89	9	0,08	0,90	82	89	10	0,09	0,92	82	91
Desember	12	0,10	1,00	90	99	11	0,10	1,00	90	99	9	0,08	1,00	92	99
Jumlah	124	1,00	-			112	1,00	-			108	1,00	-		

e. Membentuk bilangan acak (*Generating Random Number*)

Untuk pengolah setiap jumlah Santri yang menyetorkan hafalan Al-Qur'an pada Pondok Pesantren Alam Tahfiz Al-Qur'an Lan Tabur Pagaralam dapat menggunakan nilai angka acak yang sama. Selanjutnya pada penelitian ini untuk proses membentuk bilangan acak (*Generating Random Number*) menggunakan nilai: $u = 4$, $t = 2$, $R_0 = 63$ dan $\text{mod } s = 99$ dengan jumlah data santri berdasarkan 12 bulan dalam setiap tahun, dimulai dari tahun 2017 sampai dengan tahun

Bentuk bilangan acak (*random number*) yang telah dibangkitkan untuk setiap variabel dapat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Angka Acak

Bulan	i	u	Ri	t	(u*Ri+t)	Ri+1=(u.Ri+t) mod s
Januari	0	4	63	2	254	56
Februari	1	4	56	2	226	28
Maret	2	4	28	2	114	15
April	3	4	15	2	62	62
Mei	4	4	62	2	250	52
Juni	5	4	52	2	210	12
Juli	6	4	12	2	50	50
Agustus	7	4	50	2	202	4
September	8	4	4	2	18	18
Oktober	9	4	18	2	74	74
November	10	4	74	2	298	1
Desember	11	4	1	2	6	6

f. Simulasi Data

Hasil simulasi dapat ditentukan dengan cara menggunakan nilai angka acak dengan nilai yang dihasilkan dari penetapan interval angka acak yang telah dihitung sebelumnya, maka akan terlihat jumlah santri setor hafalan Al-Qur'an untuk tahun berikutnya.

$$TA = \frac{DR}{DP} * 100\% \quad (4)$$

Di mana:

TA = Tingkat Akurasi ;

DR = Data Real ;

DP = Data Prediksi.

Hasil simulasi untuk sampel data Santri setor hafalan dapat digambarkan pada tabel berikut:

Tabel 6. Hasil Simulasi 2018

Bulan	Data Real	Random Number	Prediksi	Persentase Akurasi (%)
Januari	12	56	13	92
Februari	9	28	10	90
Maret	8	15	10	80
April	9	62	11	82
Mei	8	52	13	62
Juni	10	12	10	100
Juli	11	50	13	85
Agustus	10	4	12	83
September	8	18	9	89
Oktober	7	74	9	78
November	9	1	12	75
Desember	11	6	12	92
Rata-rata				84

Tabel 7. Hasil Simulasi 2019

Bulan	Data Real	Random Number	Prediksi	Persentase Akurasi (%)
Januari	9	56	11	100
Februari	8	28	9	89
Maret	8	15	9	89
April	8	62	10	80
Mei	10	52	11	91
Juni	8	12	9	89
Juli	11	50	11	100
Agustus	9	4	12	83
September	8	18	9	89
Oktober	7	74	8	88
November	8	1	12	83
Desember	9	6	12	75
Rata-rata				88

g. Hasil Simulasi Tahun Berikutnya

Tahapan terakhir adalah memprediksi jumlah Santri setor hafalan Al-Qur'an pada Pondok Pesantren Alam Tahfiz Al-Qur'an Lan Tabur Pagaralam periode tahun berikutnya yaitu Tahun 2020 dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Hasil simulasi diperoleh dari angka acak (*random number*) pada Tabel 5 dan dikonversikan dengan interval acak Tabel 4 pada Tahun 2019. Hasil prediksi tersebut akan dijelaskan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Simulasi 2020

Bulan	Random Number	Prediksi
Januari	56	11
Februari	28	8
Maret	15	8
April	62	10
Mei	52	11
Juni	12	8
Juli	50	11
Agustus	4	11
September	18	8
Oktober	74	8
November	1	11
Desember	6	11

4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat diketahui tingkat akurasi menggunakan metode *Monte Carlo* dengan hasil simulasi yang terdapat pada Tabel yaitu dengan rata-rata persentasi tahun 2018 sebesar 84% dan rata-rata persentasi tahun 2019 sebesar 88%. Sehingga dengan berhasilnya penerapan metode *Monte Carlo* ini untuk memprediksi tingkat hafalan Santri yang telah menyertakan hafalan Al-Qur'annya dapat dilakukan secara optimal oleh pihak Pondok Pesantren. Memberikan kemudahan pada Pimpinan atau Pembina Yayasan Pondok Pesantren Alam Tahfiz Al-Qur'an Lan Tabur Pagaralam dapat mempersiapkan dan mengambil keputusan yang tepat secara efektif mengenai hafalan para Santri untuk tahun berikutnya.

Daftar Rujukan

- [1] Abdullah, M. (2019). Peran Pondok Pesantren Terhadap Pendidikan Karakter. *Ulumuna: Jurnal Studi Keislaman*, 5(2), 161-182. DOI: <https://doi.org/10.36420/ju.v5i2.3643>.
- [2] Zulfiandry, R. (2018). Optimasi Kegiatan Pelatihan Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus di Balai Latihan Kerja Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Provinsi Bengkulu). *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(1), 113-119. DOI: <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i1.252.113-119>.
- [3] Ghaderpoori, M., Kamarehie, B., Jafari, A., Alinejad, A. A., Hashempour, Y., Saghi, M. H., Yousefi, M., Conti, G. O., Mohammadi, A. A., Ghaderpoury, A., & Ferrante, M. (2019). Health Risk Assessment Of Heavy Metals In Cosmetic Products Sold In Iran: The Monte Carlo Simulation. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(7), 7588-7595. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07423-w>
- [4] Hafizh, M., & Gema, R. L. (2019). Analisa Simulasi Monte Carlo Dalam Menentukan Pendapatan Penjualan Keripik Maco Badarai Istiqomah Padang Sumatera Barat. *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 3(2), 51-56.
- [5] Geni, B. Y., Santony, J., & Sumijan. (2019). Prediksi Pendapatan Terbesar pada Penjualan Produk Cat dengan Menggunakan

- Metode Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 1(4), 15-20. DOI: <https://doi.org/10.37034/infek.v1i4.5>.
- [6] Manurung, K. H., & Santony, J. (2019). Simulasi Pengadaan Barang menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 1(3), 7-11. DOI: <https://doi.org/10.35134/jsisfotek.v1i3.3>.
- [7] Han, Z., Su, B., Li, Y. G., Ma, Y. F., Wang, W. D., & Chen, G. Q. (2019). An Enhanced Image Binarization Method Incorporating With Monte-Carlo Simulation. *Journal of Central South University*, 26(6), 1661-1671. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11771-019-4120-9>.
- [8] Traynor, B. A., & Mahmoodian, M. (2019). Time and Cost Contingency Management Using Monte Carlo Simulation. *Australian Journal of Civil Engineering*, 17(1), 11-18. DOI: <https://doi.org/10.1080/14488353.2019.1606499>.
- [9] Trisna, N., Safitri, W., & Pratiwi, M. (2019). Penerapan Sistem Antrian Sebagai Upaya Pengoptimalkan Pelayanan Terhadap Pasien Pada Loker Pengambilan Obat Di RSI. Ibnu Sina Pasaman Barat dengan Menggunakan Metode Monte Carlo. *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)*, 3(1), 7-15. DOI: <https://doi.org/10.36294/jurti.v3i1.681>.
- [10] Wijaya, F. S., & Sulistio, H. (2019). Penerapan Metode Monte Carlo Pada Penjadwalan Proyek Serpong Garden Apartment. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(3), 189-198. DOI: <http://doi.org/10.24912/jmts.v2i3.5828>.
- [11] Rahayu, T. K. (2019). Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Keuntungan Penjualan. *Musamus Journal Of Research Information and Communication Technology*, 2(1), 1-6.
- [12] Yusmaity. Santony, J., & Yuhandri. (2019). Simulasi Monte Carlo untuk Memprediksi Hasil Ujian Nasional (Studi Kasus di SMKN 2 Pekanbaru). *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 1(4), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.37034/jidt.v1i4.21>.
- [13] Srivastava, A. K., Kumar, G., & Gupta, P. (2020). Estimating Maintenance Budget Using Monte Carlo Simulation. *Life Cycle Reliability and Safety Engineering*, 9(1), 77-89. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41872-020-00110-7>.
- [14] Chu, L., Shi, J., Cursi, E. S. D., Xu, X., Qin, Y., & Xiang, H. (2018). Monte Carlo-Based Finite Element Method for the Study of Randomly Distributed Vacancy Defects in Graphene Sheets. *Journal of Nanomaterials*. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/3037063>.