

Penerapan Algoritma Sattolo Shuffle Dalam Sistem Distribusi Kupon Undian Digital Pada Platform E-Commerce

Surya Darma Nasution*, Guidio Leonarde Ginting

Program Studi Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma, Medan, Indonesia

Email: ^{1,*}darmashadow@gmail.com, ²guidio.leonard626@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: darmashadow@gmail.com

Abstrak—Distribusi kupon undian digital pada platform e-commerce memerlukan mekanisme pengacakan yang adil dan efisien. Penelitian ini menerapkan algoritma Sattolo Shuffle sebagai mekanisme distribusi kupon undian digital dengan studi kasus 20 kupon kepada 20 pengguna. Algoritma Sattolo Shuffle merupakan modifikasi dari Fisher-Yates Shuffle yang menghasilkan permutasi siklis, di mana setiap elemen dijamin berpindah dari posisi asalnya. Proses pengacakan dilakukan melalui 19 iterasi ($n-1$) dan hasilnya diverifikasi melalui analisis fixed point, pelacakan siklus permutasi, serta distribusi kupon ke pengguna. Hasil pengujian menunjukkan 0 fixed point (100% elemen berpindah), satu siklus tunggal yang mencakup seluruh elemen, dan distribusi kategori kupon yang merata. Perbandingan dengan Fisher-Yates Shuffle standar dan Naive Shuffle mengkonfirmasi keunggulan Sattolo Shuffle dalam aspek jaminan derangement, keadilan distribusi, dan efisiensi komputasi $O(n)$.

Kata Kunci: Algoritma Sattolo Shuffle; Distribusi Kupon Digital; Permutasi Siklis; E-Commerce; Pengacakan

Abstract—The distribution of digital lottery coupons on e-commerce platforms requires a fair and efficient randomization mechanism. This study implements the Sattolo Shuffle algorithm as a digital coupon distribution mechanism with a case study of 20 coupons to 20 users. The Sattolo Shuffle algorithm is a modification of the Fisher-Yates Shuffle that produces cyclic permutations, where every element is guaranteed to move from its original position. The shuffling process was carried out through 19 iterations ($n-1$) and verified through fixed point analysis, permutation cycle tracking, and coupon distribution to users. Test results show 0 fixed points (100% elements moved), a single cycle covering all elements, and even coupon category distribution. Comparison with standard Fisher-Yates and Naive Shuffle confirms Sattolo Shuffle superiority in derangement guarantee, distribution fairness, and $O(n)$ computational efficiency.

Keywords: Sattolo Shuffle Algorithm; Digital Coupon Distribution; Cyclic Permutation; E-Commerce; Randomization

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri e-commerce di Indonesia telah mendorong platform digital untuk mengembangkan berbagai strategi pemasaran inovatif guna menarik dan mempertahankan pelanggan. Salah satu strategi yang terbukti efektif adalah distribusi kupon undian digital, yang memberikan insentif berupa potongan harga atau hadiah melalui mekanisme pengundian elektronik [1], [2]. Kupon undian memiliki unsur gamifikasi yang meningkatkan keterlibatan pengguna dan menciptakan pengalaman berbelanja yang lebih menarik dibandingkan kupon diskon biasa [3].

Aspek fundamental dalam sistem distribusi kupon undian digital adalah mekanisme pengacakan yang menjamin keadilan distribusi. Pengacakan yang optimal harus menghasilkan alokasi kupon yang benar-benar acak sehingga setiap pengguna memiliki peluang yang sama untuk memperoleh kupon tertentu tanpa bias sistematis [4], [5]. Selain keadilan, efisiensi komputasi juga menjadi pertimbangan penting mengingat platform e-commerce harus mampu menangani distribusi kupon kepada banyak pengguna secara simultan [6].

Berbagai algoritma pembangkit bilangan acak telah diterapkan dalam konteks sistem digital. Linear Congruent Method (LCM) banyak digunakan karena kemudahannya implementasinya, namun memiliki kelemahan berupa hasil yang berpola dan berulang pada periode tertentu [7], [8]. Algoritma Fisher-Yates Shuffle mampu menghasilkan permutasi acak yang tidak bias dengan kompleksitas $O(n)$, namun memiliki karakteristik bahwa beberapa elemen dapat tetap berada di posisi asalnya setelah proses pengacakan [9], [10], [11].

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan algoritma Sattolo Shuffle sebagai metode pengacakan dalam distribusi kupon undian digital. Algoritma Sattolo Shuffle diperkenalkan oleh Sandra Sattolo pada tahun 1986 sebagai modifikasi dari Fisher-Yates Shuffle. Perbedaan fundamental terletak pada rentang pemilihan indeks acak: pada Sattolo, indeks dipilih secara eksklusif dari rentang yang lebih kecil dari indeks saat ini, menghasilkan permutasi siklis di mana setiap elemen dipastikan berpindah dari posisi asalnya [12], [13]. Wilson dan Fusy [14] membuktikan bahwa algoritma ini menghasilkan tepat $(n-1)!$ permutasi siklik berbeda dengan probabilitas seragam.

Penelitian terkait penerapan algoritma pengacakan telah banyak dilakukan. Santo dan Iswari menerapkan algoritma Sattolo Shuffle pada aplikasi pengenalan hewan berbasis Android dengan gamifikasi [12]. Yusfrizal dkk. menerapkan Fisher-Yates Shuffle pada game edukasi mencocokkan gambar monumen dunia [15]. Arviansyah dkk. menggunakan Fisher-Yates Shuffle pada aplikasi TOEFL Preparation berbasis web [16]. Fujiati dan Lestari menerapkan Fisher-Yates Shuffle pada game edukasi sebagai media pembelajaran [17]. Meskipun berbagai penelitian telah mengeksplorasi algoritma pengacakan, penerapan spesifik Sattolo Shuffle pada sistem distribusi kupon undian digital belum banyak dikaji.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengimplementasikan algoritma Sattolo Shuffle pada sistem distribusi kupon undian digital; (2) memverifikasi sifat permutasi siklis dari hasil pengacakan; (3) menganalisis distribusi kupon ke pengguna; dan (4) membandingkan efektivitas dengan algoritma pengacakan lainnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental yang bertujuan menerapkan dan mengevaluasi algoritma Sattolo Shuffle pada distribusi kupon undian digital. Tahapan meliputi:

1. Studi literatur tentang algoritma pengacakan dan distribusi kupon digital;
2. Perancangan sistem yang mendukung representasi kupon dalam array;
3. Implementasi algoritma Sattolo Shuffle untuk pengacakan 20 kupon; dan
4. Pengujian serta evaluasi hasil pengacakan.

2.2 Representasi Data Kupon

Dalam penelitian ini, digunakan 20 kupon undian digital yang direpresentasikan dengan bilangan integer dari 1 sampai 20. Setiap kupon merepresentasikan satu hadiah undian yang akan didistribusikan kepada 20 pengguna terdaftar. Kupon dikategorikan ke dalam 4 kategori hadiah: Emas (kupon 1–5), Perak (kupon 6–10), Perunggu (kupon 11–15), dan Standar (kupon 16–20). Array awal sebelum pengacakan adalah $A = [1, 2, 3, \dots, 19, 20]$ dengan indeks 0 sampai 19, di mana indeks merepresentasikan ID pengguna dan nilai merepresentasikan nomor kupon.

2.3 Algoritma Sattolo Shuffle

Algoritma Sattolo Shuffle merupakan modifikasi dari Fisher-Yates Shuffle yang diperkenalkan Sandra Sattolo tahun 1986. Perbedaan utama terletak pada rentang pemilihan indeks acak: pada Fisher-Yates indeks j dipilih dari 0 hingga i (inklusif), sedangkan pada Sattolo dari 0 hingga $i-1$ (eksklusif terhadap i). Perbedaan ini menghasilkan permutasi siklis dari $(n-1)!$ kemungkinan, di mana setiap elemen dipastikan berpindah dari posisi asalnya [12], [13], [14], [18].

Langkah-langkah algoritma Sattolo Shuffle:

1. Input Data: Masukkan 20 kupon ke dalam array $A[0..19]$.
2. Inisialisasi: Set $i = \text{panjang array } (20)$.
3. Pemilihan Bilangan Acak: Pilih bilangan acak r antara 0 dan $i-1$ (eksklusif terhadap i).
4. Pertukaran Elemen: Tukar elemen $A[i-1]$ dengan $A[r]$.
5. Iterasi: Kurangi i dengan 1. Jika $i > 1$, ulangi langkah 3; jika tidak, proses selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sistem distribusi kupon undian digital ini, digunakan 20 kupon yang direpresentasikan dengan bilangan integer 1 sampai 20. Setiap kupon akan didistribusikan kepada 20 pengguna melalui proses pengacakan menggunakan algoritma Sattolo Shuffle. Array awal sebelum pengacakan adalah $A = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]$ dengan indeks 0 sampai 19.

3.1 Proses Iterasi Pengacakan 20 Kupon

Berikut adalah proses pengacakan lengkap 20 kupon menggunakan algoritma Sattolo Shuffle. Proses membutuhkan 19 iterasi ($n-1$ iterasi untuk $n=20$ elemen). Pada setiap iterasi, dipilih bilangan acak r dari rentang 0 sampai $i-1$ (eksklusif terhadap i), kemudian dilakukan pertukaran elemen pada posisi i dengan elemen pada posisi r .

Diketahui:

1. Array $A = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]$
2. Panjang array $n = 20$, sehingga dilakukan 19 iterasi.

Tabel 1. Proses Iterasi Algoritma Sattolo Shuffle pada 20 Kupon Undian Digital

Iterasi	i	r	Operasi Tukar	Hasil Array A
1	19	14	$A[19] \leftrightarrow A[14]$	[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,20,16,17,18,19,15]
2	18	7	$A[18] \leftrightarrow A[7]$	[1,2,3,4,5,6,7,19,9,10,11,12,13,14,20,16,17,18,8,15]
3	17	3	$A[17] \leftrightarrow A[3]$	[1,2,3,18,5,6,7,19,9,10,11,12,13,14,20,16,17,4,8,15]
4	16	11	$A[16] \leftrightarrow A[11]$	[1,2,3,18,5,6,7,19,9,10,11,17,13,14,20,16,12,4,8,15]
5	15	0	$A[15] \leftrightarrow A[0]$	[16,2,3,18,5,6,7,19,9,10,11,17,13,14,20,1,12,4,8,15]
6	14	9	$A[14] \leftrightarrow A[9]$	[16,2,3,18,5,6,7,19,9,20,11,17,13,14,10,1,12,4,8,15]
7	13	5	$A[13] \leftrightarrow A[5]$	[16,2,3,18,5,14,7,19,9,20,11,17,13,6,10,1,12,4,8,15]
8	12	8	$A[12] \leftrightarrow A[8]$	[16,2,3,18,5,14,7,19,13,20,11,17,9,6,10,1,12,4,8,15]
9	11	2	$A[11] \leftrightarrow A[2]$	[16,2,17,18,5,14,7,19,13,20,11,3,9,6,10,1,12,4,8,15]
10	10	6	$A[10] \leftrightarrow A[6]$	[16,2,17,18,5,14,11,19,13,20,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]
11	9	4	$A[9] \leftrightarrow A[4]$	[16,2,17,18,20,14,11,19,13,5,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]

Iterasi	i	r	Operasi Tukar	Hasil Array A
12	8	1	A[8]↔A[1]	[16,13,17,18,20,14,11,19,2,5,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]
13	7	5	A[7]↔A[5]	[16,13,17,18,20,19,11,14,2,5,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]
14	6	3	A[6]↔A[3]	[16,13,17,11,20,19,18,14,2,5,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]
15	5	0	A[5]↔A[0]	[19,13,17,11,20,16,18,14,2,5,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]
16	4	2	A[4]↔A[2]	[19,13,20,11,17,16,18,14,2,5,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]
17	3	1	A[3]↔A[1]	[19,11,20,13,17,16,18,14,2,5,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]
18	2	0	A[2]↔A[0]	[20,11,19,13,17,16,18,14,2,5,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]
19	1	0	A[1]↔A[0]	[11,20,19,13,17,16,18,14,2,5,7,3,9,6,10,1,12,4,8,15]

Setelah seluruh 19 iterasi selesai, hasil akhir pengacakan adalah **A = [11, 20, 19, 13, 17, 16, 18, 14, 2, 5, 7, 3, 9, 6, 10, 1, 12, 4, 8, 15]**. Array ini merepresentasikan distribusi kupon: Pengguna 0 menerima kupon 11, Pengguna 1 menerima kupon 20, dan seterusnya.

3.2 Verifikasi Hasil Pengacakan

Verifikasi dilakukan untuk membuktikan bahwa algoritma Sattolo Shuffle menghasilkan permutasi siklis (cyclic permutation). Permutasi bersifat siklis apabila tidak terdapat satupun elemen yang tetap di posisi asalnya, yang disebut derangement atau fixed-point-free permutation [12], [13]. Verifikasi dilakukan melalui tiga mekanisme: (a) pengecekan fixed point, (b) analisis perpindahan, dan (c) pelacakan siklus permutasi.

Tabel 2. Verifikasi Perpindahan Seluruh 20 Elemen (Fixed Point Analysis)

Idx	Awal	Akhir	Pindah?	Idx	Awal	Akhir	Pindah?
0	1	11	Ya	10	11	7	Ya
1	2	20	Ya	11	12	3	Ya
2	3	19	Ya	12	13	9	Ya
3	4	13	Ya	13	14	6	Ya
4	5	17	Ya	14	15	10	Ya
5	6	16	Ya	15	16	1	Ya
6	7	18	Ya	16	17	12	Ya
7	8	14	Ya	17	18	4	Ya
8	9	2	Ya	18	19	8	Ya
9	10	5	Ya	19	20	15	Ya

Berdasarkan Tabel 2, seluruh 20 elemen telah berhasil diverifikasi dan tidak ditemukan satupun fixed point (0 dari 20 elemen). Probabilitas elemen tetap di posisi asal adalah 0%, membuktikan bahwa hasil pengacakan merupakan permutasi siklis sempurna. Sebagai perbandingan, pada Fisher-Yates Shuffle standar, probabilitas terdapat minimal satu fixed point mendekati $1 - 1/e$ ($\approx 63,2\%$), yang berarti sekitar 63% dari seluruh permutasi acak akan memiliki setidaknya satu elemen yang tidak berpindah [1], [9].

Pelacakan siklus permutasi dilakukan dengan menelusuri rantai perpindahan. Dimulai dari posisi 0 berisi nilai 11, kemudian posisi 10 berisi 7, posisi 6 berisi 18, posisi 17 berisi 4, posisi 3 berisi 13, posisi 12 berisi 9, posisi 8 berisi 2, posisi 1 berisi 20, posisi 19 berisi 15, posisi 14 berisi 10, posisi 9 berisi 5, posisi 4 berisi 17, posisi 16 berisi 12, posisi 11 berisi 3, posisi 2 berisi 19, posisi 18 berisi 8, posisi 7 berisi 14, posisi 13 berisi 6, posisi 5 berisi 16, posisi 15 berisi 1, dan kembali ke posisi 0. Seluruh 20 elemen terlewati dalam satu siklus tunggal, mengkonfirmasi keberhasilan algoritma [12], [14].

3.3 Distribusi Kupon ke Pengguna

Setelah proses pengacakan selesai, 20 kupon yang telah teracak didistribusikan kepada 20 pengguna. Setiap kupon dikategorikan: Emas (1–5), Perak (6–10), Perunggu (11–15), dan Standar (16–20). Tabel 3 menunjukkan hasil distribusi.

Tabel 3. Distribusi Kupon Hasil Pengacakan ke Pengguna

ID User	Kupon	Kategori
User 0	Kupon 11	Perunggu
User 1	Kupon 20	Standar
User 2	Kupon 19	Standar
User 3	Kupon 13	Perunggu
User 4	Kupon 17	Standar

ID User	Kupon	Kategori
User 5	Kupon 16	Standar
User 6	Kupon 18	Standar
User 7	Kupon 14	Perunggu
User 8	Kupon 2	Emas
User 9	Kupon 5	Emas
User 10	Kupon 7	Perak
User 11	Kupon 3	Emas
User 12	Kupon 9	Perak
User 13	Kupon 6	Perak
User 14	Kupon 10	Perak
User 15	Kupon 1	Emas
User 16	Kupon 12	Perunggu
User 17	Kupon 4	Emas
User 18	Kupon 8	Perak
User 19	Kupon 15	Perunggu

Untuk menganalisis kualitas distribusi, dilakukan penghitungan sebaran kategori hadiah. Tabel 4 menyajikan hasilnya.

Tabel 4. Analisis Distribusi Kategori Kupon

Kategori	Kupon	Jumlah	Harapan	Selisih
Emas (1-5)	1,2,3,4,5	5	5	0
Perak (6-10)	6,7,8,9,10	5	5	0
Perunggu (11-15)	11,12,13,14,15	5	5	0
Standar (16-20)	16,17,18,19,20	5	5	0
Total		20	20	0

Berdasarkan Tabel 4, distribusi kategori kupon menunjukkan bahwa setiap kategori terdistribusi merata dengan selisih 0 dari nilai harapan. Algoritma Sattolo Shuffle tidak mengubah komposisi kategori kupon, melainkan hanya mengacak pemetaan kupon ke pengguna. Distribusi merata ini penting untuk menjaga keadilan sistem undian [1], [5].

3.4 Analisis Efektifitas Algoritma

Untuk mengevaluasi efektivitas algoritma Sattolo Shuffle secara komprehensif, analisis dilakukan dari empat perspektif:

1. Perbandingan dengan algoritma lain,
2. analisis kompleksitas komputasi,
3. pengujian konsistensi, dan
4. evaluasi kesesuaian untuk distribusi kupon.

3.4.1 Perbandingan Dengan Algoritma Lain

Tabel 5. Perbandingan Algoritma Sattolo Shuffle dengan Metode Lainnya

Aspek	Sattolo Shuffle	Fisher-Yates Shuffle	LCM
Jenis Permutasi	Siklis	Acak Umum	Deterministik
Jumlah Kemungkinan	$(n-1)! = 19!$	$n! = 20!$	Terbatas (periodik)
Elemen Tetap di Posisi Asal	Tidak mungkin (0%)	Mungkin (~63%)	Tidak relevan
Pola Berulang	Tidak ada	Tidak ada	Ada (periodik)
Kompleksitas Waktu	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$
Kompleksitas Ruang	$O(1)$ in-place	$O(1)$ in-place	$O(n)$ baru
Jumlah Iterasi ($n=20$)	19	19	20+
Derangement	Selalu (guaranteed)	Tidak selalu	Tidak dijamin
Kesesuaian Distribusi Kupon	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik

Berdasarkan Tabel 5, sifat derangement Sattolo Shuffle menjamin 100% elemen berpindah posisi. Pada Fisher-Yates, probabilitas seluruh elemen berpindah hanya sekitar 36,8% ($1/e$), sehingga rata-rata terdapat setidaknya 1

kupon yang tetap di posisi asal pada setiap pengacakan. Dibandingkan LCM yang bersifat deterministik dan menghasilkan pola periodik, Sattolo Shuffle menghasilkan distribusi yang lebih tidak terduga [7], [8], [9], [12].

3.4.2 Analisis Kompleksitas Komputasi

Algoritma Sattolo Shuffle memiliki kompleksitas waktu $O(n)$ dan kompleksitas ruang $O(1)$. Untuk 20 kupon, dilakukan tepat 19 operasi pertukaran, masing-masing terdiri dari: (1) pembangkitan bilangan acak r dalam rentang $[0, i-1]$, (2) penyimpanan sementara nilai $A[i]$, dan (3) pertukaran nilai $A[i]$ dengan $A[r]$. Pengacakan bersifat in-place tanpa alokasi memori tambahan selain variabel sementara, menjadikannya lebih efisien dibandingkan LCM yang memerlukan array terpisah [7], [12].

3.4.3 Pengujian Konsistensi Pengacakan Berulang

Untuk memastikan konsistensi kinerja, dilakukan tiga kali pengujian berulang terhadap 20 kupon yang sama. Tabel 6 menunjukkan hasilnya.

Tabel 6. Hasil Pengujian Konsistensi Pengacakan Berulang

Parameter	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3
Jumlah Iterasi	19	19	19
Fixed Point	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Pola Berulang	Tidak ditemukan	Tidak ditemukan	Tidak ditemukan
Jenis Permutasi	Siklis (1 siklus)	Siklis (1 siklus)	Siklis (1 siklus)
Distribusi Kategori Merata	Ya	Ya	Ya
Hasil Identik dgn Lainnya	Tidak	Tidak	Tidak

3.4.4 Evaluasi Kesesuaian Untuk Distribusi Kupon

Dari perspektif sistem distribusi, algoritma Sattolo Shuffle memberikan beberapa keuntungan spesifik untuk distribusi kupon undian digital. Pertama, jaminan bahwa setiap kupon berpindah dari posisi asalnya memastikan setiap pengguna menerima kupon yang berbeda dari alokasi awal, mencegah distribusi yang terpola [12], [17]. Kedua, distribusi kategori yang merata memastikan tidak ada konsentrasi berlebihan dari satu kategori hadiah pada kelompok pengguna tertentu, menjaga keadilan sistem undian [4], [5]. Ketiga, efisiensi komputasi $O(n)$ waktu dan $O(1)$ ruang menjadikannya sangat cocok untuk implementasi pada platform e-commerce dengan volume distribusi tinggi [6], [19].

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritma Sattolo Shuffle pada sistem distribusi kupon undian digital. Proses pengacakan 20 kupon dilakukan melalui 19 iterasi, dan hasil verifikasi menunjukkan bahwa tidak ada satupun kupon yang tetap pada posisi awalnya (0 fixed point), membuktikan keberhasilan algoritma dalam menghasilkan permutasi siklis yang sempurna. Algoritma Sattolo Shuffle terbukti efisien dengan kompleksitas waktu $O(n)$ dan kompleksitas ruang $O(1)$, menjadikannya cocok untuk implementasi pada platform e-commerce. Distribusi kupon ke pengguna menunjukkan penyebaran kategori yang merata tanpa pola tertentu, sehingga menjamin keadilan sistem undian. Sebagai saran untuk pengembangan lebih lanjut, algoritma Sattolo Shuffle dapat diterapkan pada skala yang lebih besar dengan ribuan hingga jutaan kupon, dikombinasikan dengan mekanisme blockchain untuk transparansi dan auditabilitas, serta diuji pada lingkungan produksi nyata platform e-commerce.

REFERENCES

- [1] A. Ibijola and A. Olu, "A Simulated Enhancement of Fisher-Yates Algorithm for Shuffling in Virtual Card Games using Domain-Specific Data Structures," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 54, no. 11, pp. 975–8887, 2012.
- [2] S. D. Nasution and S. Suginam, "Modifikasi Algoritma Fisher Yates Shuffle Menggunakan Linear Congruent Method Untuk Pembangkitan Bilangan Acak," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 12, no. 2, pp. 101–106, 2019.
- [3] J. Hamari, J. Koivisto, and H. Sarsa, "Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification," in *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE Computer Society, 2014, pp. 3025–3034. doi: 10.1109/HICSS.2014.377.
- [4] L. Hu, M. Zhang, and X. Wen, "Optimal distribution strategy of coupons on e-commerce platforms: Sufficient or scarce?," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 266, p. 109031, 2023, doi: 10.1016/j.ijpe.2023.109031.
- [5] V. Kumar and B. Rajan, "Social coupons as a marketing strategy: A multifaceted perspective," *J. Acad. Mark. Sci.*, vol. 40, no. 1, pp. 120–136, Jan. 2012, doi: 10.1007/s11747-011-0283-0.
- [6] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, *Introduction to Algorithms Third Edition Introduction to Algorithms*. 2009.
- [7] S. Bulolo, "Implementasi Metode Linear Congruent Method (LCM) pada Simulasi Ujian Akhir Sekolah Menengah Kejuruan Lolomatua," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informatika*, 2019, pp. 60–64.
- [8] S. Angelina and A. D. Wowor, "Optimasi Pembangkit Bilangan Acak Dengan Fungsi Polinomial Dan Kombinasi Metode Iterasi," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 8, no. 2, p. 367, Sep. 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i2.1313.

- [9] M. Yohanna, F. G. N. Larosa, and D. F. Malau, “Aplikasi Ujian Try Out Dengan Menerapkan Algoritma Fisher Yates Shuffle,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 14, no. 2, 2022.
- [10] M. A. Hasan, S. Supriadi, and Z. Zamzami, “Implementasi Algoritma Fisher-Yates Untuk Mengacak Soal Ujian Online Penerimaan Mahasiswa Baru (Studi Kasus : Universitas Lancang Kuning Riau),” *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 291–298, Sep. 2017, doi: 10.25077/teknosi.v3i2.2017.291-298.
- [11] I. Febriani, R. Ekawati, U. Supriadi, and M. I. Abdullah, “Fisher-Yates shuffle algorithm for randomization math exam on computer based-test,” in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Apr. 2021. doi: 10.1063/5.0042534.
- [12] S. C. Santo and N. M. S. Iswari, “Design and Development of Animal Recognition Application Using Gamification and Sattolo Shuffle Algorithm on Android Platform Case Study: Kebun Binatang Ragunan,” *46 IJNMT*, vol. IV, no. 1, pp. 46–53, 2017.
- [13] S. Sattolo, “An Algorithm To Generate A Random Cyclic Permutation,” 1986.
- [14] M. C. Wilson, “Overview of Sattolo’s Algorithm,” 2002. [Online]. Available: <http://algo.inria.fr/seminars/>.
- [15] Yusfrizal, D. Adhar, U. Indriani, E. Panggabean, A. Sabir, and H. Kurniawan, “Application of the Fisher-Yates Shuffle Algorithm in the Game Matching the World Monument Picture,” in *2020 2nd International Conference on Cybernetics and Intelligent System, ICORIS 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Oct. 2020. doi: 10.1109/ICORIS50180.2020.9320766.
- [16] Y. Arviansyah, N. Nurfaizah, and R. Waluyo, “Penerapan Algoritma Fisher Yates Shuffle Pada Aplikasi TOEFL Preparation Berbasis Web,” *Jurnal Buana Informatika*, vol. 11, no. 2, pp. 112–122, 2020.
- [17] F. Fujiati and S. Lestari Rahayu, “Implementasi Algoritma Fisher Yate Shuffle Pada Game Edukasi Sebagai Media Pembelajaran,” *Cogito Smart Journal*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [18] S. D. Nasution and G. L. Ginting, “Bulletin of Artificial Intelligence Implementasi Algoritma Sattolo Shuffle Untuk Optimasi Pengacakan Pada Game Solitaire,” *Bulletin of Artificial Intelligence*, vol. 3, no. 2, pp. 42–49, Oct. 2024, doi: 10.62866/buai.v3i2.200.
- [19] H. M. Mahmoud, “Mixed Distributions in Sattolo’s Algorithm for Cyclic Permutations Via Randomization and,” *J. Appl. Probab.*, vol. 40, no. 3, pp. 790–796, 2003, [Online]. Available: <http://about.jstor.org/terms>