

Analisis Kinerja Website Perguruan Tinggi Menggunakan Pendekatan Optimasi: Indikator SEO dan Algoritma PSO

Ahmad Kamal¹, Ramalia Noratama Putri², Alyauma Hajjah³, Johan⁴, Winxy Tri Setiadi⁵,
Renita Astri⁶

^{1,2,3,4,5}Institut Bisnis dan Teknologi Pelita Indonesia, Pekanbaru, Indonesia

⁶Universitas Dharma Andalas, Padang, Indonesia

e-mail: ¹ahmad.kamal@lecturer.pelitaindonesia.ac.id,

²ramalia.noratamaputri@lecturer.pelitaindonesia.ac.id,

³alyauma.hajjah@lecturer.pelitaindonesia.ac.id, ⁴johan@lecturer.pelitaindonesia.ac.id,

⁵winxytrisetiadi2003@gmail.com, ⁶rethakamal@unidha.ac.id

Abstrak

Website perguruan tinggi (PT) memiliki peran strategis dalam memperkuat eksistensi dan citra institusi melalui penyediaan informasi, layanan akademik, serta peningkatan daya saing digital. Namun, banyak website PT masih menghadapi permasalahan teknis seperti optimasi mesin pencari (SEO) yang rendah dan Time To First Byte (TTFB) yang lambat, sehingga berpotensi menurunkan visibilitas dan pengalaman pengguna. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja website PT menggunakan pendekatan Particle Swarm Optimization (PSO) serta memberikan masukan strategis untuk peningkatan perannya. Sampel penelitian mencakup 27 website PT di wilayah Sumatera Barat dan Riau. Analisis dilakukan dengan 13 indikator kinerja utama yang mencakup aspek SEO, kecepatan, struktur konten, dan keandalan teknis. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi konkret bagi PT dalam pengelolaan website guna meningkatkan eksistensi, daya saing, dan kualitas layanan digital. Selain itu, penelitian ini memberikan insight optimasi bahwa peningkatan frekuensi pembaruan konten dan perbaikan struktur SEO mampu meningkatkan nilai fitness website.

Kata kunci: Website perguruan tinggi, Search Engine Optimization (SEO), Time To First Byte (TTFB), Particle Swarm Optimization (PSO), Kinerja website, Eksistensi Perguruan Tinggi

Abstract

University websites play a strategic role in strengthening institutional presence and reputation by providing information, academic services, and enhancing digital competitiveness. However, many university websites still face technical issues such as poor Search Engine Optimization (SEO) performance and slow Time To First Byte (TTFB), which can reduce online visibility and user experience. This study aims to evaluate the performance of university websites using the Particle Swarm Optimization (PSO) approach and to provide strategic recommendations for improving their effectiveness. A total of 27 university websites from West Sumatra and Riau were selected as samples. The analysis employed 13 key performance indicators covering SEO, speed, content structure, and technical reliability. The results are expected to provide concrete recommendations for universities in website management to enhance their visibility, competitiveness, and quality of digital services. Furthermore, this study provides optimization insights showing that increasing content update frequency and improving SEO structure can significantly enhance the website's fitness score.

Keywords: University website, Search Engine Optimization (SEO), Time to First Byte (TTFB), Particle Swarm Optimization (PSO), website performance, university visibility.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan tinggi [1], terutama dalam hal penyediaan informasi dan layanan akademik berbasis digital. *Website* PT kini bukan hanya berfungsi sebagai media informasi, tetapi juga sebagai representasi institusi di ranah digital yang mencerminkan reputasi, kualitas, dan daya saing [2]. Di era kompetisi global, website menjadi salah satu instrumen penting dalam meningkatkan visibilitas institusi [3], menarik calon mahasiswa, serta memperkuat kolaborasi akademik maupun non-akademik. Kinerja *website* yang baik sangat dipengaruhi oleh kecepatan akses, struktur informasi, dan penerapan SEO [4]. Performa *website* PT yang diukur melalui metrik seperti *TTFB* berpengaruh langsung terhadap kredibilitas institusi [5]. SEO menjadi komponen penting dalam meningkatkan visibilitas digital [6]. Kombinasi strategi *on-page* dan *off-page* mampu meningkatkan peringkat *website* secara signifikan [7]. Efektivitas SEO dalam mendorong trafik organik dan konversi pengguna di berbagai sector [8]. Dalam konteks PT, pentingnya optimasi berkelanjutan pada aspek *meta description*, *indexed pages*, dan *domain authority* untuk mempertahankan daya saing global [9]. Sementara itu, optimasi berbasis algoritma cerdas seperti PSO telah banyak digunakan dalam penelitian terkini [10]. PSO efektif untuk penyesuaian parameter model pembelajaran mesin dengan hasil konvergensi cepat [11]. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan model evaluasi website berbasis optimasi metaheuristik, yang mampu menentukan bobot indikator secara dinamis dan adaptif terhadap perubahan performa digital. Namun demikian, kualitas *website* PT di Indonesia, khususnya di wilayah Sumatera Barat dan Riau, masih menghadapi berbagai permasalahan teknis [12]. Beberapa website menunjukkan waktu akses yang lambat, optimasi mesin pencari (SEO) yang belum maksimal, hingga konten yang kurang terstruktur dan tidak terbaru secara rutin. Hal ini berpotensi mengurangi pengalaman pengguna dan menurunkan visibilitas di mesin pencari, yang pada akhirnya berdampak pada citra dan daya saing PT [13].

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini melakukan evaluasi terhadap kinerja sejumlah *website* PT dengan menggunakan 13 indikator yang tepat (tabel 1) yang mencakup aspek SEO, performa teknis, struktur konten, dan keandalan pemeliharaan *website*. Metode PSO dipilih karena kemampuannya dalam menyelesaikan masalah optimasi multikriteria secara efisien dengan parameter yang relatif sederhana dan kecepatan konvergensi yang baik [14]. Melalui pendekatan ini, penelitian ini memberikan scoring dan ranking *website* PT. Perlu dicatat bahwa nilai indikator *website* bersifat dinamis dan dapat berubah seiring pembaruan konten maupun perbaikan teknis oleh pengelola. Namun, indikator yang dipilih khususnya terkait SEO relatif stabil atau berubah dalam jangka waktu yang lebih panjang, sehingga tetap valid digunakan sebagai dasar analisis.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, setiap *website* direpresentasikan sebagai partikel dalam PSO dengan 13 indikator yang telah dinormalisasi. Pergerakan partikel ditentukan oleh fungsi objektif yang mengukur skor keseluruhan kinerja *website*. Proses optimasi dilakukan secara iteratif dengan parameter PSO yang telah ditetapkan, meliputi jumlah partikel, kecepatan inersia, serta koefisien kognitif dan sosial. Tahapan utama metodologi mencakup: (1) inisialisasi partikel berdasarkan data indikator website, (2) evaluasi *fitness* menggunakan fungsi objektif, (3) pembaruan kecepatan dan posisi partikel berdasarkan *personal best* (pbest) dan *global best* (gbest), serta (4) iterasi hingga tercapai konvergensi untuk memperoleh hasil optimasi berupa peringkat kinerja *website*.

2.1 Data dan Indikator Evaluasi Website

Pemilihan indikator dalam penelitian ini didasarkan pada relevansi masing-masing aspek terhadap kualitas dan performa *website* PT. Indikator *TTFB* digunakan untuk menilai

kecepatan respon *server* yang secara langsung memengaruhi pengalaman pengguna. Jumlah halaman HTML merepresentasikan keluasan konten yang tersedia, sementara jumlah halaman yang terindeks maupun tidak terindeks menggambarkan sejauh mana konten dapat ditemukan oleh mesin pencari, sehingga berkaitan dengan visibilitas *website*. Selain itu, keberadaan meta deskripsi menjadi tolok ukur penting dalam optimasi SEO karena berperan dalam meningkatkan rasio klik pada hasil pencarian. Jumlah *linking websites* mencerminkan tingkat popularitas dan kepercayaan eksternal, sedangkan *domain rating* menunjukkan otoritas domain di lingkungan digital. Indikator *broken link* digunakan untuk menilai kualitas pemeliharaan *website*, sebab tautan rusak dapat menurunkan kredibilitas dan kenyamanan pengguna. Terakhir, *newest information* menggambarkan frekuensi pembaruan konten yang menunjukkan keberlanjutan dan keaktualan informasi. Dengan demikian, ketiga belas indikator tersebut secara komprehensif mencakup aspek performa teknis, optimasi mesin pencari, kualitas konten, serta kepercayaan eksternal, sehingga layak dijadikan dasar dalam evaluasi kualitas *website* PT.

Tabel.1 Data 14 Indikator *Website* Pada Tanggal 28 September 2025

Website	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ibtpi.pelitaIndonesia.ac.id/	648.06	132	113	19	106	26	113	105	31	4	11	46	20/6/2025
unidha.ac.id/	2720	246	200	46	5	241	211	6	0	1	2900	42	25/9/2025
bunghatta.ac.id/	86.40	241	86	155	111	130	209	8	0	4	4300	52	25/9/2025
uinbukittinggi.ac.id/	677.93	348	202	146	78	162	240	14	2	4	1900	36	25/9/2025
unbrah.ac.id/	1480	242	241	1	0	242	241	10	0	0	169	36	28/8/2025
undhari.ac.id/	225.09	258	247	11	243	5	247	77	241	7	707	25	21/3/2025
umsb.ac.id/	572.3	234	46	188	160	43	203	40	0	7	3600	50	26/9/2025
pgrisba.ac.id/	146.69	310	217	93	49	261	216	109	10	7	4200	28	29/7/2025
upiypk.ac.id/	56.81	127	68	59	50	77	112	10	38	4	2700	39	24/9/2025
unitas-pdg.ac.id/	775.59	132	126	6	0	126	126	126	0	6	23	25	17/5/2025
akbpstie.ac.id/	574.60	272	262	10	151	111	260	249	142	11	919	30	14/7/2025
isi-padangpanjang.ac.id/	996.0	114	108	6	7	107	112	0	0	7	1100	45	26/9/2025
politanipk.ac.id/	724.06	266	264	2	0	264	258	171	0	3	36	15	11/8/2025
univrab.ac.id/	90.41	228	92	136	172	56	102	53	36	76	8300	49	15/10/2024
uir.ac.id/	1070	125	72	33	66	31	97	4	2	4	6900	63	15/9/2025
unilak.ac.id/	6580	1	0	1	0	0	0	0	0	0	93	58	1/7/2025
umri.ac.id/	79.04	199	86	113	127	36	162	24	23	1	3300	62	9/9/2025
persadabunda.ac.id/	479.30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	351	34	21/2/2025
rokania.ac.id/	536.01	147	101	46	59	42	101	33	27	39	2000	26	30/9/2025
sttp-yds.ac.id/	88.46	192	161	31	98	74	172	40	60	4	676	16	2/9/2025
pcr.ac.id/	716.97	151	112	39	78	47	99	24	24	1	1900	47	22/9/2025
polbeng.ac.id/	33.73	155	135	20	102	50	152	86	52	0	107	47	29/9/2025
jayanusa.ac.id/	1050	1	0	1	0	0	0	0	0	0	410	14	10/9/2025
univbatam.ac.id/	1150	238	145	93	116	43	158	24	21	42	1400	28	29/10/2024
unrika.ac.id/	71.24	437	231	206	1	231	232	28	0	205	320	41	24/9/2025
sttpyk.ac.id/	614.41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	759	13	4/9/2025
iteba.ac.id/	47.95	138	94	44	35	80	115	0	12	3	916	36	27/9/2025

Kolom 1 : TTFB ; 2 : HTML ; 3 : Indexed Page ; 4 : NonIndexed Page ; 5 : Meta Description ; 6 : Non Meta Desc ; 7 : Page Title ; 8 : Duplicated Title ; 9 : Duplicated Meta Desc ; 10 : Broken Links ; 11 : Linking Web ; 12 : Domain Rating ; 13 : Newest Information ;

Setiap indikator diklasifikasi dalam dua kategori, yaitu *Cost* dan *Benefit indicator* (Tabel 2). *Cost Indicator* adalah indikator yang jika nilainya semakin kecil dianggap semakin baik, sedangkan *benefit indicator*, semakin besar nilai, semakin baik.

Tabel 2 Daftar Pemisahan Indikator.

No	Indikator	Jenis	Keterangan
1	TTFB	Cost	Waktu respon awal; semakin kecil semakin cepat.
2	HTML Size	Cost	Ukuran halaman web; ukuran besar memperlambat loading.

3	Indexed Page	Benefit	Banyak halaman terindeks berarti visibilitas lebih tinggi.
4	Non Indexed Page	Cost	Banyak halaman tidak terindeks berarti SEO buruk.
5	Meta Description	Benefit	Meta description membantu peringkat dan CTR.
6	Non Meta Desc	Cost	Halaman tanpa meta description menurunkan SEO.
7	Page Title	Benefit	Judul halaman yang unik memperkuat SEO.
8	Duplicated Title	Cost	Judul duplikat mengurangi kualitas SEO.
9	Dupli.Meta Desc	Cost	Deskripsi duplikat menurunkan relevansi pencarian.
10	Broken Links	Cost	Tautan rusak menurunkan pengalaman pengguna dan SEO.
11	(Protected Page)	—	Tidak diperhitungkan dalam analisis.
12	Linking Web	Benefit	Tautan masuk meningkatkan otoritas domain.
13	Domain Rating	Benefit	Menunjukkan otoritas domain yang kuat.
14	Newest Info	Benefit	Frekuensi update mencerminkan keaktifan website.

2.2 Particle Swarm Optimization (PSO)

PSO merupakan algoritma optimasi berbasis populasi yang meniru perilaku kolektif dalam mencari solusi terbaik. Posisi partikel mencerminkan nilai variabel solusi, sedangkan kecepatan menunjukkan arah dan besarnya perubahan posisi tersebut. Pergerakan partikel dikendalikan oleh Inersia ($\omega v_i(t)$) yang mempertahankan arah gerak sebelumnya, komponen kognitif ($c_1 r_1 (pbest_i - x_i(t))$) dorongan untuk kembali ke posisi terbaik yang pernah dicapai individu, dan komponen sosial ($c_2 r_2 (gbest - x_i(t))$) dorongan untuk mengikuti posisi terbaik yang ditemukan oleh seluruh swarm. Secara matematis, pembaruan kecepatan dan posisi dirumuskan sebagai berikut: $v_i(t+1) = \omega \cdot v_i(t) + c_1 \cdot r_1 \cdot (pbest_i - x_i(t)) + c_2 \cdot r_2 \cdot (gbest - x_i(t))$ $x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1)$ (1), dengan, $v_i(t)$ = kecepatan partikel i pada iterasi t , $x_i(t)$ = posisi partikel i pada iterasi t , ω = bobot inersia, mengendalikan keseimbangan eksplorasi dan eksploitasi, c_1, c_2 = koefisien pembelajaran (*learning factors*), biasanya bernilai sekitar 2, r_1, r_2 = bilangan acak uniform dalam interval $[0,1]$, $pbest_i$ = posisi terbaik individu i , $gbest$ adalah posisi terbaik global seluruh *swarm* yaitu solusi terbaik global yang dianggap sebagai jawaban optimal dari permasalahan.

2.3 Desain dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis komparatif berbasis PSO. Evaluasi *website* PT dengan 13 indikator (Tabel 2). Populasi penelitian adalah *website* PT di wilayah Sumatera Barat dan Riau yang dicuplik secara acak sebanyak 27 *website* aktif yang dapat diakses pada periode pengumpulan data bulan September 2025.

2.4 Tahapan Penelitian

Pengumpulan Data 13 indikator menggunakan aplikasi *Ahrefs/MOZ, Screaming Frog*, dan fitur *inspect* pada *google chrome* melalui observasi manual, kemudian dinormalisasi menggunakan *Min-Max Normalization* agar berada pada skala seragam (0–1). Untuk *cost* indikator digunakan rumus (1) dan untuk *benefit* indikator digunakan rumus (2):

$$X' = \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (2)$$

Dimana, X = nilai asli indikator, X' = nilai hasil normalisasi (0–1), dan $X_{\min}$, $X_{\max}$ = nilai minimum dan maksimum dalam dataset. Setiap *website* direpresentasikan sebagai vektor berdimensi 13, dan menjadi posisi awal partikel dalam PSO. Adapun parameter PSO yang digunakan adalah jumlah partikel=27, Inersia (ω) = 0.7, faktor pembelajaran (c_1, c_2) = 2.0, dan iterasi maksimum = 100. Fungsi objektif dihitung sebagai kombinasi tertimbang dari 13 indikator, dengan bobot awal *equal weighting* (1/13). Setiap partikel memperbarui kecepatan

dan posisi menggunakan persamaan PSO, *Fitness* dihitung di setiap iterasi, dan pbest dan gbest diperbarui hingga konvergensi tercapai. Peringkat akhir website PT diperoleh dari hasil PSO berdasarkan *fitness* terbaik.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 3 berikut ini adalah merupakan hasil normalisasi menggunakan rumus (1) dan (2). Contoh normalisasi HTML sebagai *Cost Indicator*:

- ibtpi.pelitaIndonesia.ac.id dengan nilai HTML 132, maka $(437 - 132) / 436 = 0.698$
- unilak.ac.id dengan nilai HTML 1, maka $(437-1) / (437-1) = 1$

Tabel 3. Nilai Indikator *Website* yang Dinormalisasi Untuk Proses Metode PSO

Website	Nilai normalisasi 0.0 – 1.0												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ibtpi.pelitaIndonesia.ac.id	0.9063	0.698	0.428	0.908	0.436	0.901	0.435	0.578	0.871	0.98	0	0.66	0.71
unidha.ac.id	0.5616	0.438	0.758	0.776	0.021	0.087	0.812	0.976	1	0.995	0.349	0.58	0.99
bunghatta.ac.id	0.992	0.45	0.326	0.248	0.457	0.507	0.804	0.968	1	0.98	0.517	0.78	0.99
uinbukittinggi.ac.id	0.9033	0.204	0.765	0.291	0.321	0.386	0.923	0.944	0.992	0.98	0.228	0.46	0.99
unbrah.ac.id	0.781	0.447	0.913	0.995	0	0.083	0.927	0.96	1	1	0.019	0.46	0.91
undhari.ac.id	0.9708	0.411	0.935	0.948	1	0.981	0.95	0.691	0	0.966	0.084	0.24	0.45
umsb.ac.id	0.9178	0.466	0.174	0.087	0.658	0.837	0.781	0.839	1	0.966	0.431	0.74	0.99
pgrisba.ac.id	0.9827	0.291	0.822	0.549	0.202	0.011	0.831	0.562	0.958	0.966	0.506	0.3	0.83
upiyptk.ac.id	0.9965	0.708	0.258	0.714	0.206	0.708	0.431	0.96	0.842	0.98	0.324	0.52	0.98
unitas-pdg.ac.id	0.8886	0.699	0.477	0.971	0	0.523	0.485	0.494	1	0.971	0.001	0.24	0.61
akbpstie.ac.id	0.9174	0.379	0.992	0.951	0.621	0.579	1	0	0.411	0.946	0.11	0.34	0.79
isi-padangpanjang.ac.id	0.8548	0.741	0.409	0.971	0.029	0.594	0.431	1	1	0.966	0.132	0.64	0.99
politanipky.ac.id	0.8963	0.392	1	0.99	0	0	0.992	0.313	1	0.985	0.003	0.04	0.87
univrab.ac.id	0.9913	0.48	0.348	0.34	0.708	0.788	0.392	0.788	0.851	0.629	1	0.72	0
uir.ac.id	0.8435	0.715	0.273	0.839	0.272	0.883	0.373	0.984	0.992	0.98	0.83	1	0.96
unilak.ac.id	0	1	0	0.995	0	1	0	1	1	1	0.01	0.9	0.75
umri.ac.id	0.9931	0.546	0.326	0.451	0.523	0.864	0.623	0.904	0.905	0.995	0.395	0.98	0.94
persadabunda.ac.id	0.932	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0.041	0.42	0.37
rokania.ac.id	0.9233	0.665	0.382	0.776	0.243	0.841	0.388	0.868	0.888	0.81	0.24	0.26	1
sttp-yds.ac.id	0.9916	0.562	0.61	0.849	0.403	0.72	0.662	0.839	0.751	0.98	0.08	0.06	0.92
pcr.ac.id	0.8974	0.656	0.424	0.811	0.321	0.822	0.381	0.904	0.901	0.995	0.228	0.68	0.98
polbeng.ac.id	1	0.647	0.511	0.903	0.42	0.811	0.585	0.655	0.784	1	0.012	0.68	1
jayanusa.ac.id	0.8466	1	0	0.995	0	1	0	1	1	1	0.048	0.02	0.94
univbatam.ac.id	0.8282	0.456	0.549	0.549	0.477	0.837	0.608	0.904	0.913	0.795	0.167	0.3	0.04
unrika.ac.id	0.9943	0	0.875	0	0.004	0.125	0.892	0.888	1	0	0.037	0.56	0.98
sttpyk.ac.id	0.9114	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0.09	0	0.93
iteba.ac.id	0.9978	0.686	0.356	0.786	0.144	0.697	0.442	1	0.95	0.985	0.11	0.46	1

Dalam PSO, kualitas setiap partikel dievaluasi menggunakan *fitness function* yang mengukur performa *website* berdasarkan kombinasi seluruh indikator dengan bobot sesuai tingkat kepentingannya. Nilai *fitness* ini digunakan untuk memperbaiki posisi pbest dan gbest. Melalui mekanisme pembaruan posisi dan kecepatan secara iteratif, seluruh partikel bergerak menuju konfigurasi optimal, yaitu kombinasi indikator dengan nilai kinerja terbaik hingga kriteria konvergensi tercapai.

Tabel 4 Representasi *Website* sebagai Partikel (Posisi Awal, vektor 13 dimensi)

Website	Partikel (Posisi Awal berdasarkan 13 Indikator)
ibtpi.pelitaIndonesia.ac.id	[0.9063, 0.698, 0.428, 0.908, 0.436, 0.901, 0.435, 0.578, 0.871, 0.98, 0, 0.66, 0.71]
unidha.ac.id	[0.5616, 0.438, 0.758, 0.776, 0.021, 0.087, 0.812, 0.976, 1, 0.995, 0.349, 0.58, 0.99]
bunghatta.ac.id	[0.992, 0.45, 0.326, 0.248, 0.457, 0.507, 0.804, 0.968, 1, 0.98, 0.517, 0.78, 0.99]
uinbukittinggi.ac.id	[0.9033, 0.204, 0.765, 0.291, 0.321, 0.386, 0.923, 0.944, 0.992, 0.98, 0.228, 0.46, 0.99]
unbrah.ac.id	[0.781, 0.447, 0.913, 0.995, 0, 0.083, 0.927, 0.96, 1, 1, 0.019, 0.46, 0.91]
undhari.ac.id	[0.9708, 0.411, 0.935, 0.948, 1, 0.981, 0.95, 0.691, 0, 0.966, 0.084, 0.24, 0.45]
umsb.ac.id	[0.9178, 0.466, 0.174, 0.087, 0.658, 0.837, 0.781, 0.839, 1, 0.966, 0.431, 0.74, 0.99]

pgrisba.ac.id	[0.9827, 0.291, 0.822, 0.549, 0.202, 0.011, 0.831, 0.562, 0.958, 0.966, 0.506, 0.3, 0.83]
upiypk.ac.id	[0.9965, 0.708, 0.258, 0.714, 0.206, 0.708, 0.431, 0.96, 0.842, 0.98, 0.324, 0.52, 0.98]
unitas-pdg.ac.id	[0.8886, 0.699, 0.477, 0.971, 0, 0.523, 0.485, 0.494, 1, 0.971, 0.001, 0.24, 0.61]
akbpstie.ac.id	[0.9174, 0.379, 0.992, 0.951, 0.621, 0.579, 1, 0, 0.411, 0.946, 0.11, 0.34, 0.79]
isi-padangpanjang.ac.id	[0.8548, 0.741, 0.409, 0.971, 0.029, 0.594, 0.431, 1, 1, 0.966, 0.132, 0.64, 0.99]
politanipk.ac.id	[0.8963, 0.392, 1, 0.99, 0, 0, 0.992, 0.313, 1, 0.985, 0.003, 0.04, 0.87]
univrab.ac.id	[0.9913, 0.48, 0.348, 0.34, 0.708, 0.788, 0.392, 0.788, 0.851, 0.629, 1, 0.72, 0]
uir.ac.id	[0.8435, 0.715, 0.273, 0.839, 0.272, 0.883, 0.373, 0.984, 0.992, 0.98, 0.83, 1, 0.96]
unilak.ac.id	[0, 1, 0, 0.995, 0, 1, 0, 1, 1, 0.01, 0.9, 0.75]
umri.ac.id	[0.9931, 0.546, 0.326, 0.451, 0.523, 0.864, 0.623, 0.904, 0.905, 0.995, 0.395, 0.98, 0.94]
persadabunda.ac.id	[0.932, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0.041, 0.42, 0.37]
rokania.ac.id	[0.9233, 0.665, 0.382, 0.776, 0.243, 0.841, 0.388, 0.868, 0.888, 0.81, 0.24, 0.26, 1]
sttp-yds.ac.id	[0.9916, 0.562, 0.61, 0.849, 0.403, 0.72, 0.662, 0.839, 0.751, 0.98, 0.08, 0.06, 0.92]
pcr.ac.id	[0.8974, 0.656, 0.424, 0.811, 0.321, 0.822, 0.381, 0.904, 0.901, 0.995, 0.228, 0.68, 0.98]
polbeng.ac.id	[1, 0.647, 0.511, 0.903, 0.42, 0.811, 0.585, 0.655, 0.784, 1, 0.012, 0.68, 1]
jayanusa.ac.id	[0.8466, 1, 0, 0.995, 0, 1, 0, 1, 1, 0.048, 0.02, 0.94]
univbatam.ac.id	[0.8282, 0.456, 0.549, 0.549, 0.477, 0.837, 0.608, 0.904, 0.913, 0.795, 0.167, 0.3, 0.04]
unrika.ac.id	[0.9943, 0, 0.875, 0, 0.004, 0.125, 0.892, 0.888, 1, 0, 0.037, 0.56, 0.98]
sttpyk.ac.id	[0.9114, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0.09, 0, 0.93]
iteba.ac.id	[0.9978, 0.686, 0.356, 0.786, 0.144, 0.697, 0.442, 1, 0.95, 0.985, 0.11, 0.46, 1]

3.1 Optimasi Bobot PSO dan Peringkat Website

Setiap partikel i memiliki posisi awal $X_i(0)$ dan kecepatan awal $V_i(0)$. Pada iterasi pertama, nilai kecepatan diinisialisasi kecil, misalnya $V_i(0) = 0.1 \times X_i(0)$, agar posisi awal tetap mendekati kondisi aktual *website* namun masih memiliki ruang eksplorasi. Proses pembaruan posisi dan kecepatan mengikuti persamaan (1). Bobot partikel (w) tidak ditentukan secara manual, tetapi dihitung secara dinamis melalui berdasarkan rata-rata kecepatan relatif antar partikel terhadap Gbest dan Pbest. Secara matematis, bobot partikel pada iterasi ke- t dihitung persamaan:

$$w_j = \frac{|v_j(t)|}{\sum_{k=1}^{13} |v_k(t)|} \quad (3)$$

$$|v_j(t)| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |v_{ij}(t)| \quad (4)$$

Dimana, $N=27$, jumlah indikator = 13, $v_{ij}(t)$ kecepatan partikel ke- i pada dimensi (indikator) j pada iterasi t , dan $|v_j(t)|$ = rata-rata *absolut velocity* pada dimensi j (mengagregasi seluruh partikel). Setelah pembaruan kecepatan, dihitung rata-rata kecepatan absolut setiap indikator yang mencerminkan kontribusinya terhadap perubahan posisi partikel. Nilai ini digunakan untuk menentukan proporsi bobot adaptif setiap indikator terhadap total kecepatan seluruh dimensi $\sum_j |v_j(t)| = 224.08$. Sebagai contoh, indikator HTML size memiliki $v_{HTML}(t) = 15.737$, sehingga bobotnya dihitung sebagai $w_{HTML} = 15.737 / 224.08 = 0.070229508$. Hasil lengkap bobot indikator adalah $w_{TTFB} = 0.105853456$, $w_{Indexed Page} = 0.05761792$, $w_{Non Indexed Page} = 0.087883948$, $w_{Meta Desc} = 0.03331852$, $w_{Non Meta Desc} = 0.078476577$, $w_{Page Title} = 0.067600978$, $w_{Duplicated Title} = 0.098264188$, $w_{Duplicated Meta Desc} = 0.107144961$, $w_{Broken Links} = 0.11089809$, $w_{Linking Web} = 0.026740498$, $w_{Domain Rating} = 0.058193606$, dan $w_{Newest Information} = 0.097777754$. Total bobot = 1. Indikator dengan bobot tertinggi adalah Broken Links (0.1109), diikuti oleh Duplicated Meta Description (0.1071) dan TTFB (0.1059). Hal ini menunjukkan bahwa aspek teknis seperti tautan rusak, duplikasi deskripsi meta, serta waktu respons server paling memengaruhi kualitas *website* PT. Sebaliknya, indikator seperti Linking Web (0.0267) dan Meta Description (0.0333) berpengaruh relatif kecil. Nilai *fitness* awal setiap *website* dihitung berdasarkan 13 indikator menggunakan persamaan (5):

$$F_i = \sum_{j=1}^{13} w_j \times X_{ij} \quad (5)$$

Sebagai contoh untuk mendapat nilai *fitness* awal *ibtpi.pelitaindonesia.ac.id* / $F_{ibtpi}=0.105853456 \times 0.9063 + 0.070229508 \times 0.698 + 0.05761792 \times 0.428 + 0.087883948 \times 0.908 + 0.03331852 \times 0.436 + 0.078476577 \times 0.901 + 0.067600978 \times 0.435 + 0.098264188 \times 0.578 + 0.107144961 \times 0.871 + 0.11089809 \times 0.98 + 0.026740498 \times 0 + 0.058193606 \times 0.66 + 0.097777754 \times 0.71 = 0.730685$. Artinya, *fitness* awal dari *website* *ibtpi.pelitaindonesia.ac.id* 73.07% dari skor maksimum normalisasi. Nilai-nilai *fitness* awal dari 26 *website* PT lainnya, $F_{unidha} = 0.717778$, $F_{bungHatta} = 0.753515$, $F_{uinbkt} = 0.720374$, $F_{unbrah} = 0.751925$, $F_{undhari} = 0.678579$, $F_{umsb} = 0.73606$, $F_{grisba} = 0.66098$, $F_{upiyptk} = 0.752358$, $F_{unitas} = 0.666808$, $F_{akbp} = 0.647109$, $F_{isi} = 0.778252$, $F_{polipyk} = 0.668701$, $F_{unirab} = 0.818453$, $F_{uir} = 0.818453$, $F_{unilak} = 0.678433$, $F_{umri} = 0.784876$, $F_{persada} = 0.713268$, $F_{rokania} = 0.724561$, $F_{sttp} = 0.736052$, $F_{pcr} = 0.774929$, $F_{polbeng} = 0.774212$, $F_{jayanusa} = 0.736432$, $F_{univbatam} = 0.622905$, $F_{unrika} = 0.549712$, $F_{sttpyk} = 0.742712$, $F_{iteba} = 0.769537$

Proses optimasi dijalankan sebanyak 50 kali iterasi, dengan parameter inertia weight (w) = 0,7, koefisien kognitif (c_1) = 1,5, dan koefisien sosial (c_2) = 1,5. Parameter ini menjaga keseimbangan antara eksplorasi posisi baru dan eksploitasi solusi terbaik (*pbest* dan *gbest*). Sebagai ilustrasi untuk *website* *umri.ac.id*, dengan *fitness* awal 0.784876. Pada iterasi ke-1, pembaruan kecepatan dan posisi partikel dilakukan menggunakan persamaan (1), Dengan parameter $\omega=0.7$, $c_1=c_2=1.5$, $r_1=0.6$, $r_2=0.7$ (bilangan acak [0–1]), $pbest = 0.784876$, dan $gbest = 0.818453$ (*fitness* terbaik populasi pada iterasi ke-1), pembaruan kecepatan pada iterasi pertama $vi(t+1) = 0.7 (0.1 \times 0.784876) + 1.5 (0.6) (0.784876 - 0.784876) + 1.5(0.7) (0.818453 - 0.784876)$; $vi(t+1) = 0.0549 + 0 + 0.0354 = 0.0903$; dan posisi baru partikel, $xi(t+1) = 0.784876 + 0.0903 = 0.8752$. Setelah pembatasan nilai maksimum *fitness* (≤ 1), diperoleh *fitness* baru sebesar 0.8000. Proses iteratif ini berlangsung hingga 50 kali iterasi, dan setelah konvergensi, *fitness* akhir *umri.ac.id* meningkat menjadi 0.8100 (naik 0.0251). Pola serupa terjadi pada sebagian besar *website*, dengan peningkatan *fitness* antara 0.02 hingga 0.13 poin tergantung pada jarak terhadap *gbest* dan stabilitas indikator masing-masing. (Tabel 5).

Table 5 Hasil Iterasi PSO

No	Website	Fitness Awal	Pbest (Fitness Akhir)	Kenaikan	Rank
1	uir.ac.id	0.818453	0.818453	0.000	1 (gbest)
2	univrab.ac.id	0.818453	0.818453	0.000	2 (gbest)
3	umri.ac.id	0.784876	0.810000	0.0251	3
4	isi-padangpanjang.ac.id	0.778252	0.802000	0.0237	4
5	pcr.ac.id	0.774929	0.800000	0.0251	5
6	polbeng.ac.id	0.774212	0.799500	0.0253	6
7	iteba.ac.id	0.769537	0.798000	0.0285	7
8	bunghatta.ac.id	0.753515	0.780000	0.0265	8
9	upiyptk.ac.id	0.752358	0.779500	0.0271	9
10	unbrah.ac.id	0.751925	0.779000	0.0271	10
11	sttpyk.ac.id	0.742712	0.772000	0.0293	11
12	jayanusa.ac.id	0.736432	0.768000	0.0316	12
13	sttp-yds.ac.id	0.736052	0.767500	0.0315	13
14	umsb.ac.id	0.736060	0.767800	0.0317	14
15	ibtpi.pelitaindonesia.ac.id	0.730685	0.762500	0.0318	15
16	rokania.ac.id	0.724561	0.757500	0.0330	16
17	uinbukittinggi.ac.id	0.720374	0.753000	0.0326	17
18	persadabunda.ac.id	0.713268	0.747500	0.0342	18
19	unidha.ac.id	0.717778	0.750000	0.0322	19
20	undhari.ac.id	0.678579	0.740500	0.0619	20
...					
27	unrika.ac.id	0.549712	0.680000	0.1303	27

Nilai *gbest* pada akhir iterasi menunjukkan posisi partikel yang merepresentasikan kombinasi indikator SEO paling optimal, konfigurasi indikator yang dicapai kedua *website* merupakan solusi terbaik global dalam populasi partikel, sedangkan partikel lain berkonvergensi menuju nilai *fitness* yang mendekati solusi tersebut.

4. Kesimpulan

Model PSO berhasil menentukan bobot indikator secara dinamis berdasarkan rata-rata kecepatan partikel pada setiap dimensi, indikator dominan yang paling memengaruhi *fitness* adalah TTFB, *Duplicated Meta Description*, dan *Broken Link*. Implikasi Praktis, bahwa pemilik website sebaiknya fokus pada indikator dominan untuk optimasi performa dan SEO, indikator minor seperti *Linking Web* dan *Meta Description* tetap harus diperbaiki agar tidak menurunkan *fitness* secara keseluruhan, terutama bagi *website* dengan peringkat rendah. Pendekatan PSO efektif dalam menentukan bobot indikator SEO secara adaptif serta mengoptimalkan performa website PT berdasarkan 13 indikator utama. Model ini tidak hanya dapat digunakan untuk analisis performa *website* akademik, tetapi juga memiliki potensi luas untuk diterapkan pada domain lain. Dengan demikian, PSO dapat menjadi alternatif cerdas dalam evaluasi berbasis data dan optimasi berkelanjutan di era transformasi digital. Saran penelitian lanjutan adalah menghibridasi PSO dengan metode lain untuk perbandingan efektivitas, menambahkan indikator baru untuk evaluasi performa lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- [1] X. Chang, "The Influence of Information Technology on College Education and Teaching," *Int. J. Educ. Humanit.*, vol. 5, no. 3, pp. 174–176, Nov. 2022, doi: 10.54097/ijeh.v5i3.2797.
- [2] P. W. Chong, S. Z. M. Samsi, and M. N. Mohd Noor, "A REPORT ON WORLD'S TOP 20 UNIVERSITIES WEBSITE MARKETING COMMUNICATION STRATEGY: WHAT CAN BE EMULATED," *Int. J. Educ. Psychol. Couns.*, vol. 5, no. 37, pp. 56–71, Dec. 2020, doi: 10.35631/IJEPC.537005.
- [3] A. Dalvi and R. Saraf, "Inspecting Engineering College Websites for Effective Search Engine Optimization," in *2019 International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE)*, Navi Mumbai, India: IEEE, Jan. 2019, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICNTE44896.2019.8945823.
- [4] C. Nath and L. Ahuja, "Search Engine Optimization (SEO): Improving Website Ranking," *Int. J. Eng. Res.*, vol. 3, no. 4, 2014.
- [5] M. A. Putri, "Implementing and Analyzing Web Performance Testing for Universitas Terbuka's Website with GTMetrix and Pingdom," *J. Teknol. Sist. Inf. Dan Apl.*, vol. 7, no. 4, pp. 1598–1602, Oct. 2024, doi: 10.32493/jtsi.v7i4.45095.
- [6] D. I. Jusuf, "Optimizing SEO (Search Engine Optimization) Strategy to Increase Visibility and Achievement of Marketing Goals," vol. 2, no. 2, 2023.
- [7] M. K. Daoud *et al.*, "Optimizing online visibility: A comprehensive study on effective SEO strategies and their impact on website ranking," *J. Infrastruct. Policy Dev.*, vol. 8, no. 7, p. 4860, Aug. 2024, doi: 10.24294/jipd.v8i7.4860.
- [8] M. N. Khalid, M. Iqbal, A. Manzoor, M. Muneeb Abid, and S. Raza Talpur, "SEO: TIPS to Minimize Bounce Rate of Website User," *VFAST Trans. Softw. Eng.*, vol. 12, no. 1, pp. 58–69, Mar. 2024, doi: 10.21015/vtse.v12i1.1708.
- [9] I. Arief, "Deciphering the Visibility of Higher Education Institutions: A Statistical Analysis of Google Search Console Data," *Int. J. Adv. Sci. Comput. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 75–85, Apr. 2023, doi: 10.62527/ijasce.5.1.131.
- [10] Ovat Friday Aje and Anyandi Adie Josephat, "The particle swarm optimization (PSO) algorithm application – A review," *Glob. J. Eng. Technol. Adv.*, vol. 3, no. 3, pp. 001–006, Jun. 2020, doi: 10.30574/gjeta.2020.3.3.0033.
- [11] K. R. Harrison, B. M. Ombuki-Berman, and A. P. Engelbrecht, "A parameter-free particle swarm optimization algorithm using performance classifiers," *Inf. Sci.*, vol. 503, pp. 381–400, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.ins.2019.07.016.

- [12] O. S. Riza, N. Lestari, and N. Nurjanah, "Analyzing the Usability of University's Websites in Sumatera Using the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) Method," *Motiv. J. Mech. Electr. Ind. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 17–26, Feb. 2022, doi: 10.46574/motivection.v4i1.105.
- [13] D. N. Pandya, D. Suryadharma, L. A. Wulandhari, and I. N. Alam, "Assessing University Website Performance: A Comparative Analysis Using GTmetrix," *Int. J. Comput. Sci. Humanit. AI*, vol. 1, no. 1, pp. xx–xx, Oct. 2024, doi: 10.21512/ijcshai.v1i1.12152.
- [14] L. Sun, X. Song, and T. Chen, "An Improved Convergence Particle Swarm Optimization Algorithm with Random Sampling of Control Parameters," *J. Control Sci. Eng.*, vol. 2019, pp. 1–11, Jun. 2019, doi: 10.1155/2019/7478498.