

Available online at: <http://inventory.poltekaitpdg.ac.id/>

INVENTORY

Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry

| ISSN Online 2723-1895 |



Perencanaan Perjalanan Wisata Berbasis Pemilihan Akomodasi dan Waktu

*Bryan Estavan Imanuel Sitanggang**, *Ni Made Cyntia Utami*, *Ni Luh Gede Dita Oktaviani*, *Ni Kadek Puji Paramitha Surya*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jl Raya Kampus Bukit, Jimbaran, 80361, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: November 13, 2025
Revised: December 14, 2025
Available online: January 7, 2026

KEYWORDS

Orienteering Problem, Hotel Selection, Time-Dependent Score, Skewed Variable Neighborhood Search.

CORRESPONDENCE

Name: Bryan Estavan Imanuel Sitanggang
E-mail: bryanestavan@unud.ac.id

A B S T R A C T

Tourism journeys always begin with a planning stage, involving the selection of destinations to visit and the accommodation to be used throughout the trip. The Orienteering Problem with Hotel Selection (OPHS) serves as a model for recommending multi-day travel itineraries that are both efficient and profitable, as it aims to maximize total reward (or profit) while keeping the total travel distance within reasonable limits. This research extends the conventional OPHS by incorporating the time-dependent satisfaction of destinations, resulting in a model referred to as the Orienteering Problem with Hotel Selection and Time-Dependent Satisfaction (OPHS-TDS). The motivation for this development arises from the observation that the quality of tourist experience at certain destinations varies depending on the time of arrival. This phenomenon is particularly evident in nature-based attractions, where visiting during specific period can significantly affect both the visitor's experience and the perceived benefit gained from the trip. The study presents a mathematical formulation of the OPHS-TDS and proposes a solution approach based on the Skewed Variable Neighborhood Search (SVNS) algorithm by allowing exploration of wide range neighborhood of solutions to search for near optimum solution. Computational experiments on benchmark datasets demonstrate that SVNS is efficiently solve OPHS-TDS with only 3.17% average differential with ILP, and further experiments using real-world data from the Province of Bali confirm the model's applicability and potential in practical multi-day tourism planning scenarios.

PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan salah satu sektor ekonomi yang besar. Pariwisata memberikan lapangan pekerjaan, mendorong ekspor, dan menghasilkan kekayaan di berbagai penjuru dunia. Sektor pariwisata berkontribusi sekitar 10% dari PDB dunia dan membuka sekitar 357 juta pekerjaan atau sekitar 11,6% dari total lapangan pekerjaan pada tahun 2024 [1]. Di Indonesia sendiri, pariwisata menyumbangkan sekitar 5,1% dari PDB nasional pada tahun 2024. Angka ini merupakan angka yang cukup kecil apabila mengingat Indonesia yang memiliki berbagai keindahan alam. Karena itu, pemerintah menjadikan pariwisata sebagai salah satu

leading sector diantara sektor-sektor penggerak perekonomian Indonesia karena perannya yang signifikan dan diprediksi akan mempunyai pertumbuhan positif serta dianggap sebagai sektor yang mampu menjadi media integrasi program antar sektor [2].

Bagian yang tidak mungkin untuk dilewatkan dari sebuah perjalanan wisata adalah perencanaan perjalanan wisata. Baik secara singkat dan tiba-tiba, maupun dari jauh hari, wisatawan harus memilih destinasi serta akomodasi dari perjalanan wisata yang akan ditempuhnya. Pemilihan destinasi dan akomodasi adalah kegiatan yang menyita waktu dan tenaga [3], karena banyaknya pilihan dan alternatif destinasi yang dapat dipilih. Namun hal inilah

yang membuat penelitian di bidang pencarian model pemberi rekomendasi perjalanan muncul.

Masalah perencanaan rute dipelajari untuk menentukan rute terpendek yang meminimumkan jarak bernama *Travelling Salesman Problem* (TSP). Pada tahun 1980-an, muncul sebuah ekstensi dari TSP, dimana fungsi tujuannya bukan lagi minimasi jarak, melainkan maksimasi profit. Permasalahan ini bernama *Orienteering Problem* (OP) [4] yang merupakan masalah NP-hard. Karena fungsi tujuannya, model ini cocok untuk dipakai dalam penentuan rute wisata. Dalam beberapa dekade terakhir, banyak penelitian yang mengembangkan OP dalam perencanaan rute wisata. Pengembangan yang sudah populer adalah *Team Orienteering Problem* [5], [6] dimana jumlah rute yang dihasilkan lebih dari satu. (*Team*) *Orienteering Problem* dengan *Time Windows* [7], [8] yaitu pencarian rute ke destinasi-destinasi yang memiliki jendela waktu yang telah diketahui sebelumnya. *Time Dependent Orienteering Problem* [9], [10] yaitu pencarian rute dimana waktu tempuh antar titik sangat tergantung dengan situasi dan tidak konstan. Perkembangan terbaru adalah pencarian rute dimana keuntungan yang didapat oleh seorang wisatawan dapat berbeda-beda setiap rentang waktu tertentu yang disebut *Time Dependent Score* [11].

Model-model di atas merupakan model perancangan rute wisata dengan keterbatasan bahwa perjalanan wisata dilakukan dalam satu hari. Untuk mendekati perancangan rute wisata dengan kondisi sebenarnya, maka diperlukan suatu pengembangan yang dapat memberikan rancangan rute lebih dari satu hari. Maka, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan model perancangan wisata OP *Time Dependent Score* dengan mengintegrasikan *Hotel Selection* untuk memberikan rekomendasi perjalanan wisata yang memungkinkan untuk dilakukan lebih dari satu hari [12]. Adanya kemungkinan untuk memilih satu atau lebih akomodasi sepanjang perjalanan diharapkan dapat memperluas cakupan daerah yang dapat dikunjungi oleh wisatawan. Selain itu penelitian ini akan menggunakan bahasa pemrograman java agar wisatawan dapat langsung melihat seperti apa perjalanan wisata yang akan ditempuhnya sembari merencanakan perjalanan wisata.

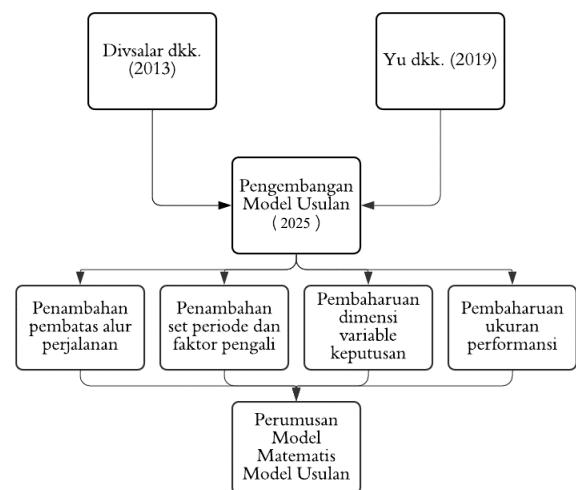
Algoritma yang sudah dipakai dalam penyelesaian masalah OPHS diantara lain adalah *Skewed Variable Neighborhood Search* [8], *Memetic Algorithm* [12], dan menggunakan *Greedy Randomize Adaptive Search* [13]. Dalam penelitian ini, *Skewed Variable Neighborhood Search* dipakai karena kemampuannya untuk keluar dari lokal optima agar diharapkan bisa memberikan hasil fungsi tujuan mendekati *Global Optimum*.

Penelitian ini akan mengambil objek penelitian di Provinsi Bali karena karakteristik wisatawan nusantara yang cocok untuk permasalahan OPHS yang akan dikembangkan. Provinsi Bali merupakan destinasi wisata yang terkenal baik dalam kalangan wisatawan asing maupun Nusantara [2], memiliki banyak destinasi wisata dengan beragam segmen dan tipe, dan dapat dijangkau dengan menggunakan moda transportasi darat. Disparda Provinsi Bali menemukan bahwa wisatawan nusantara yang berkunjung ke Bali memiliki beberapa karakteristik yaitu rata-rata usia didominasi golongan 26-55 tahun, moda transportasi yang digunakan didominasi oleh moda jalan, memakai mobil pribadi melalui pelabuhan Gilimanuk, tidak menggunakan paket wisata, dan mementingkan wisata alam contohnya pantai dan danau, dan rata-rata kunjungan 2 hari 3 malam.

METODOLOGI

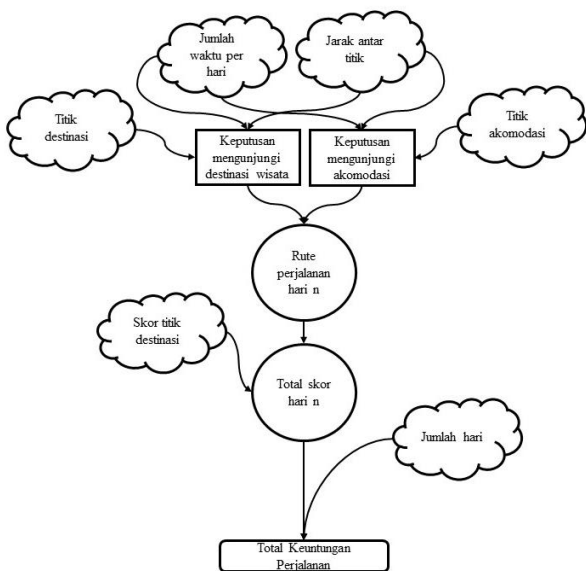
Penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan besar yaitu tahapan pembangunan model matematis, dan tahapan penyelesaian masalah riil pada Provinsi Bali.

Pembangunan model matematis dilakukan dengan pertama-tama melakukan studi literatur *Orienteering Problem* dan pengembangan-pengembangan yang terjadi pada model tersebut. Gambar 1 menjelaskan sumber model yang dijadikan landasan untuk membuat model permasalahan baru yang diberi nama *Orienteering Problem with Hotel Selection and Time Dependent Score*.



Gambar 1. Tahapan Pengembangan Model OPHS-TDS

Setelah mendapat model dasar dan model acuan pengembangan, lalu disusun *influence diagram* untuk dapat menjelaskan *input*, *output*, dan komponen-komponen dari model OPHS-TDS. Gambar 2 merupakan gambaran dari model OPHS-TDS.



Gambar 2. Influence Diagram Model OPHS-TDS

Selanjutnya dapat ditarik definisi dari OPHS-TDS yaitu permasalahan dimana hotel yang tersedia adalah H hotel $\{i = 1, \dots, H\}$, destinasi yang tersedia adalah N destinasi $\{i = H+1, \dots, H+N\}$, hari yang tersedia adalah D hari $\{d = 1, \dots, D\}$, dan periode di setiap harinya P periode $\{p = 1, \dots, P\}$. Setiap lokasi memiliki waktu kunjungan V_i , dan memiliki skor S_i . Setiap hari memiliki waktu yang tersedia $tmax$, namun karena adanya pembagian periode, waktu yang tersedia diasumsikan sama. Setiap periode memiliki waktu mulai periode b_p dan waktu selesai periode e_p . Jarak antar titik t_{ij} berlaku jika i tidak sama dengan j . Parameter terakhir adalah faktor pengali f_{ip} yang ada di rentang waktu setiap periode pada masing masing destinasi. Fungsi tujuan dari model OPHS-TDS adalah maksimasi total keuntungan yang didapat selama perjalanan wisata dengan variabel keputusan y_{dip} dan $start_{id}$ yaitu keputusan adanya kunjungan pada hari d di titik i periode p dan waktu dimulainya kunjungan di titik i pada hari d .

Notasi Variabel dan Parameter

Tabel 1. Notasi Variabel dan Parameter

Notasi	Keterangan
i	Indeks titik asal
j	Indeks titik tujuan
p	Indeks periode
h	Indeks hari
N	Himpunan destinasi
H	Himpunan akomodasi
D	Himpunan hari
P	Himpunan periode
S_i	Skor pada destinasi i
V_i	Lama kunjungan pada destinasi i

$tmax$	Waktu yg tersedia tiap hari
b_p	Waktu mulai rentang pada periode p
e_p	Waktu selesai rentang pada periode p
t_{ij}	Waktu tempuh dari titik i ke j
f_{ip}	Faktor pengali pada titik i periode p
x_{dijp}	1, jika ada kunjungan pada hari d dari titik i ke j di periode p
y_{dip}	1, jika ada kunjungan pada hari d di titik i pada periode p
$start_{id}$	0, lainnya
	1, jika ada kunjungan pada hari d di titik i pada periode p
	0, lainnya
	Waktu kedatangan di titik i hari d

Model Matematis

Model Matematis dari OPHS-TDS dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\max \sum_{d \in D} \sum_{i \in N} \sum_{p \in P} S_i f_{i,p} y_{d,i,p} \quad (1)$$

st.

$$\sum_{i \in L} \sum_{p \in P} x_{1,1,i,p} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{p \in P} x_{D,k,2,p} = 1 \quad (3)$$

$$\sum_{h \in H} \sum_{i \in N} \sum_{p \in P} x_{d,h,i,p} = \sum_{h \in H} \sum_{i \in N} \sum_{p \in P} x_{d,h,i,p} = 1 \quad \forall d \in D \quad (4)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{p \in P} x_{d,k,h,p} = \sum_{i \in N} \sum_{p \in P} x_{d+1,h,i,p} \quad \forall h \in H, d \in D - 1 \quad (5)$$

$$\sum_{i \in N; i \neq k} \sum_{p \in P} x_{d,i,k,p} = \sum_{j \in N; j \neq k} \sum_{p \in P} x_{d,k,j,p} = y_{d,k,p} \quad \forall k \in N, d \in D \quad (6)$$

$$\sum_{d \in D} \sum_{p \in P} y_{d,i,p} \leq 1 \quad \forall i \in N \quad (7)$$

$$\sum_{i \in N} \sum_{p \in P} V_i y_{d,i,p} = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} \sum_{p \in P} t_{i,j} x_{d,i,j,p} \leq tmax \quad \forall d \in D \quad (8)$$

$$start_{i,d} + t_{i,j} + V_i - start_{j,d} \leq M(1 - x_{d,i,j,p}) \quad (9)$$

$$b_p y_{d,i,p} \leq start_{i,d} \quad \forall i \in N, d \in D \quad (10)$$

$$start_{i,d} \leq e_p y_{d,i,p} + (1 - y_{d,i,p})M \quad \forall i \in N, d \in D \quad (11)$$

$$x_{d,i,j,p} \in \{0,1\} \quad \forall i \in N, j \in N; j \neq i, d \in D, p \in P \quad (12)$$

$$y_{d,i,p} \in \{0,1\} \quad \forall i \in N, d \in D, p \in P \quad (13)$$

Persamaan (1) merupakan fungsi tujuan OPHS-TDS yang menjabarkan bahwa total keuntungan yang didapat di perjalanan wisata merupakan perkalian dari skor destinasi i , faktor pengali i pada periode p , dan keputusan apakah pada hari d destinasi i dikunjungi pada periode p .

Persamaan (2) – (11) merupakan pembatas dari model OPHS-TDS. Persamaan (2) memastikan bahwa rute di hari 1 berawal dari titik 1. Persamaan (3) memastikan bahwa rute pada hari terakhir berakhir pada titik 2. Persamaan (4) memastikan bahwa kunjungan setiap harinya berawal dan berakhir pada salah satu titik

akomodasi. Persamaan (5) memastikan bahwa akomodasi di akhir hari d merupakan akomodasi awal dari hari $d+1$. Persamaan (6) digunakan untuk mengeliminasi sub-tour. Persamaan (7) memastikan bahwa satu destinasi wisata hanya dikunjungi maksimal satu kali. Persamaan (8) memastikan waktu sepanjang rute tidak melebihi dari waktu maksimal yang sudah ditentukan. Persamaan (9) merupakan batasan lini waktu yang memastikan urutan kedatangan pada setiap destinasi wisata yang terpilih. Pembatas terakhir adalah persamaan (10) dan (11) yang memastikan waktu kedatangan di setiap destinasi sesuai dengan jendela waktu yang tersedia di setiap destinasi. Persamaan (12) dan (13) adalah deklarasi bahwa variabel keputusan $x_{d,i,j,p}$ dan $y_{d,i,p}$ adalah variabel yang bersifat biner.

Skewed Variable Neighborhood Search

Karena sifat masalah NP-hard, maka diperlukan metode metaheuristik untuk membatu pencarian solusi yang feasibel dalam waktu singkat. Metode heuristik yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah algoritma *Skewed Variabel Neighborhood Search* (SVNS).

SVNS merupakan sebuah metode metaheuristik yang digunakan untuk mencari solusi dengan *local search* sebagai inti pencarian. SVNS memiliki dua struktur algoritma yaitu inisialisasi dan perbaikan. Inisialisasi berisi penetapan struktur tetangga yang akan dipakai untuk perbaikan dan pembangkitan solusi awal. Sedangkan struktur perbaikan berisi *shaking* yang bertujuan untuk mencari solusi lain dalam struktur tetangga, *local search* untuk mencari solusi yang lebih baik dari hasil *shaking*, dan keputusan berpindah atau tidak dengan membandingkan solusi awal dan solusi hasil *local search*. Pada SVNS keputusan berpindah atau tidak hanya dilakukan jika hasil *local search* lebih baik dari solusi awal.

Pembangkitan solusi awal dilakukan dalam struktur algoritma inisialisasi. Langkah-langkah pembangkitan solusi awal algoritma SVNS pada penelitian ini dilakukan dengan cara:

1. Membuat matriks pasangan titik akomodasi yang berisi skor potensial yang didapat dari sebuah rute yang berasal dari titik akomodasi satu ke yang lain. Pencarian rute terbaik untuk setiap pasangan titik akomodasi menggunakan *Greedy sub-OP* yang merupakan metode heuristik. *Greedy sub-OP* dapat dilihat di Gambar 3.
2. Membuat daftar kombinasi akomodasi yang memungkinkan. Dari jumlah hari yang sudah ditentukan, dibuat daftar kombinasi titik akomodasi untuk setiap akhir rute harian. Contoh salah satu kombinasi untuk 2 hari 1 malam dengan titik awal 1 dan titik akhir 2, serta titik akomodasi 3: 1-3-2. Setiap

kombinasi lalu dilakukan penjumlahan skor potensial antar pasangan titik akomodasi dan di urutkan dari yang tertinggi ke rendah sebanyak parameter NUFC. NUFC adalah parameter *Number of Used Feasible Combination* yang membatasi jumlah banyaknya kombinasi yang dipakai untuk tahap perbaikan.

3. Menentukan solusi awal. Setelah mendapat daftar kombinasi titik akomodasi sebanyak NUFC, maka setiap kombinasi diolah menggunakan *local search*. *Local search* dapat dilihat pada Gambar 4. Ada 3 strategi yang dipakai dalam pengolahan kombinasi titik akomodasi. Pertama, melakukan *local search* langsung pada kombinasi kosong titik akomodasi untuk D hari. Kedua, melakukan *Greedy sub-OP* pada pasangan titik kombinasi dari hari pertama dahulu ke terakhir secara beruntut, lalu melakukan *local search* pada hasil *Greedy sub-OP*. Ketiga hampir sama dengan yang kedua, namun urutan *Greedy sub-OP* dilakukan dari hari terakhir ke pertama. Dari ketiga strategi pengolahan ini, maka dipilih strategi yang memiliki total skor terbaik di setiap kombinasi titik akomodasi. Setelah itu, kombinasi yang memiliki total skor terbaik dari NUFC banyak kombinasi dipilih sebagai solusi awal.

```

While (perbaikan dapat dilakukan) do
  Insert;
  Replacement;
  Two-Opt;
  Move-best;
End

```

Gambar 3. Pseudocode Greedy sub-OP

```

Moves (N_Level):
  Insert, Move-best, Two-Opt, Swap-trips,
  Extract-Insert, Extract2-Insert
Level = 1;
While Level < Level Max do
  Temukan neighborhood terbaik di (N_Level) => X'
  If X' lebih baik dari X then
    X <- X'; Level <= 1;
  Else
    Level + 1;
  End
End

```

Gambar 4. Pseudocode Local Search

Struktur kedua adalah perbaikan dimana melalui struktur ini, solusi awal diuji untuk mendapat solusi yang lebih baik, atau mempertahankan solusi awal. Parameter-parameter yang digunakan dalam struktur algoritma ini adalah:

1. *NoImprovementMax*: syarat berhenti dari algoritma ini.
2. *Kmax*: rasio dari jumlah kombinasi hotel yang dipakai untuk perbaikan.

Dalam mencari solusi yang lebih baik, dilakukan 2 perlakuan terhadap solusi awal, yaitu:

1. *Ventrice-shake*: mengurangi destinasi yang terpilih di setiap harinya, untuk dilakukan *local search* pada hasil dari pengurangan tersebut.
2. *Hotel-shake*: mengganti titik akomodasi secara random, jika hasil penggantian tidak *feasible*, maka dilakukan pengurangan destinasi hingga lama perjalanan kurang dari waktu maksimal. Setelah itu dilakukan *local search* pada hasil pengurangan tersebut.

Hasil dari tahap *shaking* ini akan dijadikan pembandingan dengan solusi awal. Jika pembandingan lebih baik dari solusi awal maka solusi akan berpindah ke pembandingan.

Struktur tetangga yang dipakai dalam penelitian ini merupakan langkah langkah *local search* yang meliputi:

1. *Insert*: Untuk setiap titik yang belum masuk dalam perjalanan, dicari posisi terbaik untuk titik tersebut yaitu posisi dengan penambahan jarak terkecil. Diantara titik-titik yang memungkinkan untuk dimasukkan, dicari titik dengan rasio skor-jarak terbaik untuk dimasukkan.
2. *Move-best*: Untuk setiap titik dalam perjalanan, titik tersebut dikeluarkan dari perjalanan dan dicari posisi terbaik untuk meletakkan titik tersebut. Jika memungkinkan, maka titik tersebut akan dipindah pada posisi terbaiknya.
3. *Two-Opt*: Dipilih dua titik dalam sebuah rute harian untuk dilakukan inversi diantara dua titik tersebut. Jika total waktu tempuh rute harian tersebut menurun, maka dilakukan perubahan rute.
4. *Swap-trips*: Dipilih dua titik dalam rute yang berbeda. Dilakukan perhitungan apakah dengan menukar dua titik tersebut, semua rute harian tetap tidak melanggar batas waktu rute harian dan mengurangi total waktu tempuh perjalanan. Jika kondisi-kondisi tersebut dipenuhi, maka dilakukan perubahan perjalanan.
5. *Extract-Insert*: Untuk masing-masing titik dalam perjalanan, dilihat apakah dengan mengeluarkan satu titik tersebut dan memasukkan sebanyak-banyaknya titik yang tidak masuk dalam perjalanan dapat menambah total skor yang didapat sepanjang perjalanan. Jika total skor bertambah, maka dilakukan perubahan perjalanan.
6. *Extract2-Insert*: Mirip dengan *Extract-Insert* namun dilakukan dengan dua titik dalam setiap pengeluaran titik dalam perjalanan.

SVNS merupakan sebuah metode metaheuristik yang dikembangkan dari VNS. Sama seperti VNS, SVNS memiliki dua struktur algoritma yaitu inisialisasi dan perbaikan. Dalam penelitian ini, inisialisasi dan perbaikan dari SVNS sangat mirip dengan VNS,

perbedaan terjadi pada keputusan pindah atau tidak dari solusi awal ke solusi pembandingan. Dalam SVNS, ada penambahan satu parameter algoritma yaitu *MaxWorse* yang bertujuan sebagai nilai penentu keputusan pindah atau tidak. Jika selisih dari total skor solusi pembandingan dan solusi awal berbeda kurang dari *MaxWorse*, maka solusi akan berpindah dari solusi awal ke solusi pembandingan dengan harapan akan mendapat solusi yang lebih baik dari solusi awal di iterasi-iterasi selanjutnya. *Pseudocode* SVNS dapat dilihat di Gambar 5.

```

Inisialisasi
- membuat matriks pasangan titik akomodasi
- membuat daftar kombinasi akomodasi yang mungkin
- menentukan solusi awal, X

Perbaikan
While NoImprovement < NoImprovementMax do
  K <= 1;
  While K < KMax do
    X' <= Ventrice-Shake(X);
    Local Search (X');
    X* <= Hotel-Shake(X');
    Local Search (X');
    Recenter or not;
    if X* lebih baik dari X then
      Recenter X <= X*; K <= 1; NoImprovement <= 0;
    Else
      NoImprovement +1;
      if gap X* dan X < MaxWorse then
        Recenter X <= X*; K <= 1;
      Else
        NoRecenter; K+1;
  End
End

```

Gambar 5. *Pseudocode* SVNS

Setelah pembuatan model permasalahan OPHS-TDS dan algoritma penyelesaian masalah menggunakan SVNS, selanjutnya akan dilakukan verifikasi dan validasi SVNS. Setelah itu, maka dilanjutkan dengan penyelesaian masalah OPHS-TDS pada dataset Provinsi Bali yang terdiri dari 10 opsi hotel yang diambil secara acak dari setiap kabupaten di Provinsi Bali bersumber dari data Dinas Pariwisata Provinsi Bali, titik awal dan akhir ditentukan dari Pelabuhan Gilimanuk sebagai simulasi perjalanan wisata darat, dan 57 titik destinasi unggulan dari kabupaten di Provinsi Bali yang diambil dari data Dinas Pariwisata Provinsi Bali.

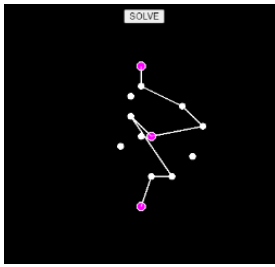
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, terdapat dua pembahasan utama yaitu verifikasi dan validasi algoritma SVNS, dan hasil rencana kunjungan wisata dari dataset contoh di Provinsi Bali.

Verifikasi dan Validasi Algoritma SVNS

Verifikasi dilakukan dengan mencoba menjalankan algoritma dengan program *Processing 3* dan berhasil mengeluarkan hasil yang berarti tidak ada *syntax error*. Dilakukan pengecekan menggunakan data kecil yang

sama dengan data kecil metode numerik, dan hasilnya dapat dilihat di Gambar 6. Validasi dari hasil dari algoritma SVNS dilakukan dengan melihat apakah ada batasan yang dilanggar. Dari Tabel 2, terlihat bahwa tidak ada batasan yang dilanggar, sehingga algoritma SVNS yang dipakai dapat dinyatakan valid. Tabel 3 merupakan perbandingan penyelesaian masalah menggunakan *Integer Linear Programming* (ILP) dan SVNS. Terdapat perbedaan rata-rata dari hasil fungsi tujuan yaitu sebesar 3,17%. Perbedaan ini dapat dikategorikan kecil dengan perbedaan waktu komputasi yang signifikan.



Gambar 6. Hasil Algoritma *Skewed Variable Neighborhood Search*

Tabel 2. Hasil VNS dan SVNS dari Dataset Besar

Hari 1	Kedatangan (menit ke-)	Keluar (menit ke-)	Menuju destinasi selanjutnya (menit)	Skor (skor dasar * faktor pengali)
Hotel 1	0	0	2	0
Destinasi 4	2	5	4,47	4*6 = 24
Destinasi 6	9,47	12,47	2,83	8*24 = 192
Destinasi 8	15,30	16,30	5,10	8*36 = 288
Hotel 3	21,4	-	-	0

Hari 2	Kedatangan (menit ke-)	Keluar (menit ke-)	Menuju destinasi selanjutnya (menit)	Skor (skor dasar * faktor pengali)
Hotel 3	0	0	2,82	0
Destinasi 7	2,82	3,28	7,21	18*18 = 144
Destinasi 12.	11,03	13,03	2,00	7*18 = 126
Destinasi 11	15,03	20,03	3,16	10*12 = 120
Hotel 2	23,20	-	-	0

Tabel 4 merupakan hasil dari pencarian perencanaan wisata selama 4 hari di Provinsi Bali yang digambarkan pada Gambar 7. Perjalanan wisata ini mengunjungi 14 titik destinasi wisata, dan menginap di hotel yang sama selama 2 malam sebelum berpindah 1 malam ke hotel di kawasan lain. Dari titik-titik destinasi yang terpilih, terlihat bahwa destinasi yang terpilih adalah destinasi dengan rasio skor per waktu kunjungan yang tinggi, mengindikasikan bahwa model ini belum mampu memilih kunjungan wisata utama di Bali, diperkirakan karena faktor pengali yang bersifat random dan tidak diberikan dari pencarian data primer. 12 dari 14 destinasi

Tabel 3. Hasil dengan Dataset Kecil

Data	ILP	SVNS	Perbedaan
1	894	894	0%
2	1044	1002	7,47%
3	792	672	0%
4	924	906	5,19%

Kasus Perencanaan Wisata di Provinsi Bali

Setelah didapatkan model dan algoritma yang terverifikasi dan tervalidasi, maka selanjutnya dilakukan penyelesaian studi kasus perencanaan wisata di Provinsi Bali dengan menggunakan data yang diambil dari Dinas Pariwisata Provinsi Bali. Beberapa parameter yang dideklarasikan di awal adalah sebagai berikut: waktu setiap harinya tersedia 480 menit. Semua faktor pengali dideklarasikan secara acak terdistribusi seragam. Terdapat 3 periode waktu yaitu dari menit 0 ke 160, 160,1 ke 320, dan 320,01 ke 480 merepresentasikan kunjungan pagi, siang, dan sore. Jumlah hari sebanyak 4. Deklarasi parameter algoritma SVNS adalah sebagai berikut: *NoImprovementMax* senilai 40, *NUFC* sebanyak 80, *MaxWorse* senilai 20, dan *Kmax* adalah 1.

wisata dikunjungi pada periode terbaik. Hal ini berarti adanya penambahan dimensi periode waktu dan skor tergantung waktu berhasil untuk meningkatkan skor akhir dari perjalanan wisata.

Berdasarkan hasil rancangan perjalanan wisata tersebut, terlihat bahwa model OPHS-TDS sudah mampu memperlihatkan adanya perkembangan dari model sebelumnya yaitu OP-TDS dengan adanya pemilihan rekomendasi akomodasi di tengah-tengah perjalanan wisata. Hasil juga memperlihatkan kemampuan untuk memilih daerah yang dapat menghasilkan pengalaman

berwisata yang tinggi, dan memperluas jangkauan daerah wisata.

Di sisi lain, terpilihnya destinasi wisata yang bukan merupakan destinasi unggulan terjadi karena kurangnya beberapa data primer seperti skor dasar dan faktor pengali. Skor dasar yang tidak signifikan berbeda berarti bahwa destinasi yang akan terpilih adalah destinasi wisata yang memiliki waktu kunjungan yang sempit sehingga perjalanan wisata terkesan sangat padat. Faktor pengali pada periode tertentu juga tidak signifikan berbeda sehingga terjadi beberapa kunjungan pada periode yang bukan periode terbaiknya.



Gambar 7. Ilustrasi Perjalanan Wisata 4 Hari 3 Malam di Provinsi Bali

Tabel 4. Hasil Perencanaan Perjalanan Wisata di Provinsi Bali

No	Menit ke-	Nama Titik
Hari 1		
1.	0	Pelabuhan Gilimanuk
2.	193,23	Gumuh Sari Rekreasi
3.	373,5	Ice Cream World Bali
4.	451,6	Hotel Neo Denpasar by ASTON
Hari 2		
1.	0	Hotel Neo Denpasar by ASTON
2.	37,63	Cultural Show at Devdan Theater
3.	147,33	Upside Down World Bali
4.	249,16	StrangebutCool - Gallery of Vintage Bags & Atelier
5.	357,02	Dream Museum Zone Bali
6.	461,52	Hotel Neo Denpasar by ASTON
Hari 3		
1.	0	Hotel Neo Denpasar by ASTON
2.	25,57	Kemenuh Butterfly Park
3.	77,5	Njana Tilem Museum
4.	171,8	Classical Legong and Barong at Balerung Tirta Sari Peliatan
5.	265,33	Museum Puri Lukisan
6.	370,19	Uma Pakel Agro & Swing in Tegalalang Ubud
7.	477,17	Artotel Haniman Ubud
Hari 4		
1.	0	Artotel Haniman Ubud
2.	5,94	Neka Art Museum
3.	98,9	Picheaven Bali
4.	193,42	The Blanco Renaissance Museum
5.	478,67	Pelabuhan Gilimanuk

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mendefinisikan dan mengembangkan masalah OPHS-TDS, memverifikasi dan memvalidasi OPHS-TDS dengan algoritma SVNS, dan mampu untuk menyelesaikan studi kasus perencanaan wisata di Provinsi Bali.

Kekurangan utama dari penelitian ini terdapat pada data studi kasus khususnya pada parameter skor dasar dan faktor pengali periode. Selain itu, rute yang bisa

dihasilkan merupakan rute yang bersifat generik dan kaku.

Berdasarkan kekurangan tersebut, pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan pencairan data primer yang lebih baik. Pengembangan lain dapat dilakukan dengan memasukkan unsur personalifikasi parameter agar setiap pengguna mendapat rute wisata yang cocok dengan karakteristik pengguna.

Dari sisi perangkat lunak yang dipakai, untuk mengasilkan rute yang lebih mudah dipahami,

disarankan untuk menggunakan perangkat lunak seperti *python* atau *tableu*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Travel & Tourism Council, "Economic Impact Reports 2024," 2024. [Online]. Available: <https://wttc.org/research/economic-impact>
- [2] World Travel & Tourism Council, "Indonesia's Booming Travel & Tourism to Support More Than 12.5 Million Jobs," 28 Jun 2024. [Online]. Available: <https://wttc.org/news/indonesias-booming-travel-and-tourism-to-support-more-than-12-5-million-jobs>
- [3] S. Kotiloglu, T. Lappas, K. Pelechrinis, dan P. P. Repoussis, "Personalized multi-period tour recommendations," *Tour Manag*, vol. 62, hlm. 76–88, Okt 2017, doi: 10.1016/j.tourman.2017.03.005.
- [4] P. Vansteenwegen, W. Souffriau, dan D. Van Oudheusden, "The orienteering problem: A survey," *Eur J Oper Res*, vol. 209, no. 1, hlm. 1–10, Feb 2011, doi: 10.1016/j.ejor.2010.03.045.
- [5] I.-M. Chao, B. L. Golden, dan E. A. Wasil, "A fast and effective heuristic for the orienteering problem," *Eur J Oper Res*, vol. 88, no. 3, hlm. 475–489, Feb 1996, doi: 10.1016/0377-2217(95)00035-6.
- [6] D.-C. Dang, R. N. Guibadj, dan A. Moukrim, "An effective PSO-inspired algorithm for the team orienteering problem," *Eur J Oper Res*, vol. 229, no. 2, hlm. 332–344, Sep 2013, doi: 10.1016/j.ejor.2013.02.049.
- [7] S.-W. Lin dan V. F. Yu, "Solving the team orienteering problem with time windows and mandatory visits by multi-start simulated annealing," *Comput Ind Eng*, vol. 114, hlm. 195–205, Des 2017, doi: 10.1016/j.cie.2017.10.020.
- [8] A. Divsalar, P. Vansteenwegen, dan D. Cattrysse, "A variable neighborhood search method for the orienteering problem with hotel selection," *Int J Prod Econ*, vol. 145, no. 1, hlm. 150–160, Sep 2013, doi: 10.1016/j.ijpe.2013.01.010.
- [9] D. Gavalas, C. Konstantopoulos, K. Mastakas, G. Pantziou, dan N. Vathis, "Heuristics for the time dependent team orienteering problem: Application to tourist route planning," *Comput Oper Res*, vol. 62, hlm. 36–50, Okt 2015, doi: 10.1016/j.cor.2015.03.016.
- [10] C. Verbeeck, P. Vansteenwegen, dan E.-H. Aghezzaf, "Solving the stochastic time-dependent orienteering problem with time windows," *Eur J Oper Res*, vol. 255, no. 3, hlm. 699–718, Des 2016, doi: 10.1016/j.ejor.2016.05.031.
- [11] V. F. Yu, P. Jewpanya, S.-W. Lin, dan A. A. N. P. Redi, "Team orienteering problem with time windows and time-dependent scores," *Comput Ind Eng*, vol. 127, hlm. 213–224, Jan 2019, doi: 10.1016/j.cie.2018.11.044.
- [12] A. Divsalar, P. Vansteenwegen, K. Sørensen, dan D. Cattrysse, "A memetic algorithm for the orienteering problem with hotel selection," *Eur J Oper Res*, vol. 237, no. 1, hlm. 29–49, Agu 2014, doi: 10.1016/j.ejor.2014.01.001.
- [13] S. Sohrabi, K. Ziarati, dan M. Keshtkaran, "A Greedy Randomized Adaptive Search Procedure for the Orienteering Problem with Hotel Selection," *Eur J Oper Res*, vol. 283, no. 2, hlm. 426–440, Jun 2020, doi: 10.1016/j.ejor.2019.11.010.