

Optimasi Distribusi Buku menggunakan Algoritma *Branch and Bound* untuk Efisiensi Rute Terpendek

Juliani*¹, Heliawati Hamrul²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sulawesi Barat

E-mail: *juliani123@gmail.com, heliawatihamrul@unsulbar.ac.id

Abstrak

CV. Bumi Sarana Mandiri adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pendistribusian buku di Polewali Mandar. Pendistribusian buku dilakukan selama jam sekolah, dari saat sekolah dibuka hingga ditutup. Namun, proses pendistribusian buku saat ini belum menggunakan strategi distribusi yang efektif, sehingga menghasilkan rute distribusi yang kurang optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menangani masalah distribusi dengan menggunakan algoritma *branch and bound* untuk mengoptimalkan distribusi buku melalui metode *travelling salesman problem*. Setelah mengimplementasikan algoritma *branch and bound*, jarak rute awal yang semula 75,63 km menjadi 65,34 km, sehingga terjadi penghematan jarak sebesar 10,29 km. Selain itu, biaya pengantaran buku dapat dikurangi dari Rp 252.100 menjadi Rp 217.800, sehingga CV. Bumi Sarana Mandiri dapat menghemat biaya sebesar Rp 34.300. Dengan demikian, algoritma *branch and bound* dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah distribusi buku yang lebih efektif melalui metode *travelling salesman problem*.

Kata kunci— Distribusi Buku, Travelling Salesman Problem, Algoritma Branch and Bound

Abstract

CV. Bumi Sarana Mandiri is a company that operates in the book distribution field in Polewali Mandar. Book distribution is carried out during school hours, from open to close. However, the current book distribution process does not use an effective distribution strategy, resulting in suboptimal distribution routes. The purpose of this study is to address the distribution problem by using the *branch and bound* algorithm to optimize book distribution through the *travelling salesman problem* method. After implementing the *branch and bound* algorithm, the initial route distance of 75.63 km was reduced to 65.34 km, resulting in a distance saving of 10.29 km. In addition, the delivery cost for books was reduced from Rp 252,100 to Rp 217,800, resulting in a cost saving of Rp 34,300 for CV. Bumi Sarana Mandiri. Thus, the *branch and bound* algorithm can be used to solve the book distribution problem more effectively through the *travelling salesman problem* method.

Keywords— Book Distribution, Traveling Salesman Problem, Branch and Bound Algorithms

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini terus meningkat seiring dengan tingginya mobilitas masyarakat dalam memenuhi berbagai kebutuhan. Dengan adanya perkembangan teknologi informasi terciptalah suatu layanan baru yang lebih efisien salah satunya untuk proses produksi, distribusi dan konsumsi barang dan jasa, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan memungkinkan berbagai kegiatan dapat dilaksanakan dengan cepat, tepat, dan akurat yang pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas [1].

Bagi suatu perusahaan, pemasaran merupakan suatu kegiatan yang langsung berhubungan dengan konsumen dan mempunyai tugas yang cukup besar dalam menciptakan keistimewaan suatu barang salah satunya ialah saluran distribusi. Perusahaan harus bisa menetapkan suatu saluran distribusi yang tepat sehingga saluran distribusi ini benar-benar menjadi suatu jembatan penghubung bagi perusahaan dalam menyalurkan produk [2]. Oleh sebab itu dengan adanya optimasi berupa pemilihan saluran distribusi yang tepat dapat berguna dalam mencapai tujuan. Salah satu layanan yang memanfaatkan kemajuan teknologi komunikasi yaitu *Location Based Service* (LBS), LBS adalah layanan yang menyediakan informasi berdasarkan tempat, mengacu pada GIS atau electronic map yang ditunjukkan oleh garis lintang dan garis bujur sehingga mendapatkan titik lokasi yang akurat. Teknologi informasi ini kemudian dikembangkan menjadi layanan yang dapat memudahkan seseorang dalam mengatasi permasalahan penentuan rute terpendek. Permasalahan rute terpendek dapat didefinisikan sebagai sebuah permasalahan dalam menemukan lintasan antara dua buah simpul pada graf berbobot yang memiliki gabungan nilai dari jumlah bobot pada sisi graf yang dilewati dengan jumlah yang paling minimum.

PT. Dinamika Indo Media merupakan perusahaan distributor buku yang ada di Jakarta yang bekerja sama dengan penyaluran buku CV. Bumi Sarana Mandiri letaknya di Polewali Mandar. Menurut haji Abd.Samad selaku pemilik perusahaan distribusi buku dalam wawancara pada tanggal 16 September 2020 menyatakan bahwa CV. Bumi Sarana Mandiri mendistribusikan buku kesekolah apabila sudah ada pemesanan terlebih dahulu dari pihak sekolah maupun buku bantuan langsung dari pihak Dinas Pendidikan. Saluran distribusi sangat berperan untuk memperlancar penyampaian dan pemindahan barang serta hak milik atas penguasaan produk [3]. Proses pengantaran buku melewati beberapa rute berdasarkan jalur yang biasa mereka lewati dengan titik lokasi pendistribusian terdiri dari beberapa titik. Pengantaran dilakukan pada saat jam sekolah terbuka sampai jam sekolah tertutup. Pengantaran pertama dilakukan terdiri dari beberapa titik tujuan yang telah direncanakan sebelumnya, karena banyaknya titik yang akan dituju dan pengantaran dilakukan beberapa kali sehingga terkadang sudah direncanakan titik pengantaran tetapi karena waktu yang terbatas akibatnya pengantaran tidak optimal dan sampai ke tempat tujuan tidak tepat pada waktunya. Kondisi tersebut yang menjadi kendala dalam proses distribusi buku karena apabila tidak memiliki strategi dalam proses distribusi maka buku tersebut akan menumpuk dan para sales atau pekerjanya akan kewalahan, dalam kasus tersebut maka di temukan masalah dalam kasus travelling salesman problem dimana tidak optimal nya rute yang telah ditentukan, dalam kasus tersebut menyangkut tentang jarak dan waktu sehingga perlunya pengoptimalan rute yang baik, sehingga dapat meminimasi jarak.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka CV. Bumi Sarana Mandiri memerlukan suatu sistem yang memberikan layanan yang bersifat online yang bisa di gunakan di mana saja tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu. Oleh karena itu penulis mengusulkan membuat penelitian ini untuk menyelesaikan permasalahan pengoptimalan distribusi buku untuk efisiensi rute terpendek menggunakan algoritma *branch and bound*.

2. METODE

2.1 Distribusi Barang

Distribusi adalah salah satu aspek dari pemasaran. Distribusi juga dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen ke konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan (jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan). Perusahaan harus bisa menetapkan suatu saluran distribusi yang tepat sehingga saluran distribusi ini benar-benar menjadi suatu jembatan penghubung bagi perusahaan dalam menyalurkan produk [2].

2.2 Travelling Salesman Problem (TSP)

Travelling Salesman Problem (TSP) adalah bentuk permasalahan untuk menemukan sirkuit Hamilton yang memiliki total bobot sisi minimum. *TSP* bertujuan mencari rute dari pengiriman awal ke tempat permintaan yang dituju. *TSP* memiliki ketentuan bahwa setiap tempat pengiriman hanya dapat dikunjungi satu kali kecuali tempat pengiriman awal. Terdapat beberapa metode yang diterapkan pada permasalahan *TSP* salah satunya yaitu metode *Algoritma Branch and Bound* [4].

2.3 Algoritma Branch and Bound

Algoritma Branch and Bound merupakan algoritma yang membagi permasalahan menjadi sub masalah lebih kecil yang mengarah ke solusi dengan pencabangan (*branching*) dan melakukan pembatasan (*bounding*) untuk mencapai solusi optimal. Pencabangan (*branching*) yaitu proses membentuk permasalahan ke dalam bentuk struktur pohon pencarian (*search tree*). Proses Pencabangan dilakukan untuk membangun semua cabang pohon yang menuju solusi, sedangkan proses pembatasan dilakukan dengan menghitung estimasi nilai (*cost*) simpul dengan memperhatikan batas [5].

Secara umum algoritma *Branch and Bound* dalam melakukan pencarian solusi menggunakan teknik *Least Cost Search* atau pencarian nilai terkecil, teknik ini akan menghitung nilai (*cost*) setiap simpul. Simpul yang memiliki nilai paling kecil dikatakan memiliki kemungkinan paling besar menuju solusi. Setiap simpul aktif (*current node*) mempunyai sebuah nilai yang menyatakan nilai batas (*bound*). Sebuah simpul aktif merupakan simpul yang mempunyai nilai batas terkecil (karena teknik pencarian solusi *Least Cost Search*). Misal $c(i)$ adalah nilai estimasi lintasan minimum dari simpul i ke simpul tujuan, jadi $c(i)$ menyatakan batas (*bound*) nilai pencarian solusi dari simpul i . Sehingga dapat dirumuskan fungsi heuristik untuk menghitung nilai estimasi sebagai berikut:

$$c(i) = f(i) + g(i) \quad (1)$$

Dengan :

$c(i)$ = nilai untuk simpul i

$f(i)$ = nilai lintasan dari simpul akar ke simpul i

$g(i)$ = nilai untuk mencapai simpul tujuan dari simpul i

Untuk permasalahan yang lebih kompleks, sistem digambarkan dengan matriks ukuran $n \times n$. Dalam hal ini simpul anak beserta nilai batasnya dimasukkan ke dalam sebuah antrian (*queue*) untuk dipilih simpul mana yang akan dieksplorasi. Simpul yang dieksplorasi adalah simpul dengan nilai batas terkecil. Nilai batas didapatkan dari reduksi baris dan kolom matriks A yang merepresentasikan graf. Reduksi dilakukan dengan mengurangi nilai c_{ij} pada baris atau kolom dengan nilai c_{ij} terkecil pada baris atau kolom tersebut, sedemikian sehingga didapatkan matriks tereduksi $A(t)$ dengan sebuah nilai nol pada setiap baris dan kolom. Sebuah matriks dikatakan tereduksi jika setiap kolom dan barisnya mengandung minimal satu nilai nol dan semua elemen lainnya non-negatif. Selanjutnya total nilai pereduksi menjadi nilai batas simpul akar. Untuk setiap simpul anak yang dibangkitkan dengan mengunjungi $A(i, j)$, dilakukan reduksi matriks A

(t) untuk mendapatkan matriks tereduksi $A(i, j)$ Sebelum melakukan proses reduksi matriks, nilai pada baris ke i , kolom ke j dan $A(j, \text{simpulawal})$ di ubah menjadi ∞ .

Berdasarkan persamaan fungsi heuristik untuk menghitung nilai estimasi yang telah dijelaskan sebelumnya, maka nilai batas simpul anak dihitung dengan rumus:

$$\hat{c}(S) = \hat{c}(R) + A(i,j) + r \quad (2)$$

di mana :

$\hat{c}(S)$ = bobot perjalanan minimum yang melalui simpul S , dimana S adalah anak dari simpul R .

$\hat{c}(R)$ = bobot perjalanan minimum melalui simpul R , dimana R adalah simpul akar.

$A(i,j)$ = Bobot sisi (i, j) pada matriks tereduksi

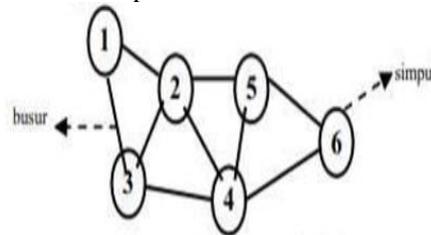
r = jumlah semua pereduksi pada proses reduksi matriks untuk simpul S .

Reduksi matriks simpul anak didasarkan pada matriks simpul induknya. Langkah ini dikerjakan berulang-ulang sampai semua simpul dikunjungi. Langkah langkah untuk menjalankan algoritma Branch and Bound sebagai berikut:

- 1) Masukkan simpul akar ke dalam antrian Q . Jika simpul akar adalah simpul solusi (goal node), maka solusi telah ditemukan. Stop.
- 2) Jika Q kosong, tidak ada solusi. Stop.
- 3) i. Jika Q tidak kosong, pilih dari antrian Q simpul i yang mempunyai $c(i)$ paling kecil
ii. Jika terdapat beberapa simpul i yang memenuhi, pilih salah satu simpul sembarang.
- 4) i. Jika simpul i adalah simpul solusi, maka solusi ditemukan, stop.
ii. Jika simpul i bukan simpul solusi, maka bangkitkan semua simpul anak-anaknya.
iii. Jika i tidak mempunyai anak, kembali ke langkah 2.
- 5) Untuk setiap anak j dari i , hitung $c(j)$ dan masukkan semua anak-anak tersebut ke dalam Q .
- 6) Kembali ke langkah 2.

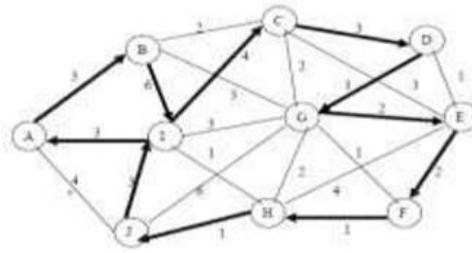
2.4 Graph

Graph adalah himpunan simpul yang di hubungkan dengan busur-busur. Setiap simpul diasosiasikan dengan tepat dua simpul benda-benda yang disebut vertex (*node*) yang terhubung oleh *edge-edge*. Biasanya *graph* digambarkan sebagai kumpulan titik-titik (melambangkan vertex) yang dihubungkan oleh garis-garis (melambangkan *edge*). Banyak sekali struktur yang bisa dipresentasikan dengan *graph* dan banyak masalah yang bisa diselesaikan dengan bantuan *graph* [6]. Contoh *graph* dapat dilihat seperti Gambar 1 berikut.



Gambar 1 *Graph* dengan 6 Verteks dan 7 Edge

Jika sisi-sisi pada *graph*, misalnya $\{x, y\}$ hanya berlaku pada arah-arah tertentu saja, yaitu dari x ke y tapi tidak dari y ke x ; verteks x disebut origin dan vertex y disebut terminus dari sisi tersebut. Secara grafis maka penggambaran arah sisi-sisi di *graph* dinyatakan dengan anak panah yang mengarah ke verteks terminus, secara notasional sisi *graph* berarah ditulis sebagai vektor dengan (x, y) . Gambar 2 menunjukkan contoh *graph* lengkap yang berarah dan berbobot [7].



Gambar 3 Contoh *Graph* Lengkap Yang Berarah dan Berbobot

2.5 Website

Website merupakan sebuah media informasi yang ada di internet. *Website* tidak hanya dapat digunakan untuk penyebaran informasi saja melainkan bisa digunakan untuk membuat toko online. *Website* adalah kumpulan dari halaman-halaman situs, yang biasanya terangkum dalam sebuah domain atau subdomain, yang tempatnya berada di dalam *World Wide Web (WWW)* di internet [8].

2.6 Analisis data dan pengujian

Teknik analisis data yang di gunakan dalam penelitian adalah teknik analisis kualitatif. Tahap analisis data di mulai dari mengumpulkan data yang di dapat dari berbagai sumber yaitu mengumpulkan data dengan cara wawancara serta mengambil data dari jurnal yang berkaitan dengan kasus penelitan, kemudian data-data tersebut diidentifikasi untuk mengetahui masalah yang muncul terkait pemilihan rute distribusi penyaluran buku pada perusahaan CV. Bumi Sarana Mandiri. Data yang terkumpul tersebut kemudian akan di analisa untuk menghasilkan kesimpulan. Proses analysis data di lakukan oleh peneliti menggunakan beberapa cara sesuai alur tahapan dalam penyelesaian algoritma *Branch and Bound*.

Untuk teknik pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian statis dan dinamis. Pengujian statis digunakan sebagai verifikasi sebelum *code deplovmnt* seperti spesifikasi kebutuhan perangkat lunak, desain dokumen, *source code*, dan konten *web page*. Pengujian dinamis digunakan sebagai validasi pengujian fungsional dan structural [9]. Teknik pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah teknik pengujian dinamis. Teknik pengujian dinamis dalam penelitian ini menggunakan pengujian *black box*. Fokus utama dalam pengujian *black box* adalah mengetahui input dalam sistem, luaran yang diharapkan, dan hasil nyata berdasarkan input dari program. Pengujian adalah satu set aktifitas yang direncanakan dan sistematis untuk menguji atau mengevaluasi kebenaran yang diinginkan. Aktivitas pengujian terdiri dari satu set atau sekumpulan langkah dimana dapat menempatkan desain kasus uji yang spesifik [10].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sumber Data

Pengumpulan data merupakan tahap awal sebelum melakukan pengolahan data. Berdasarkan data yang dikumpulkan, dilakukan pengolahan data menggunakan algoritma *Branch And Bound*. Sebelum pengolahan data, terlebih dahulu dilakukan pembuatan matriks jarak tempuh antar titik pengantaran. Data yang digunakan dalam membuat matriks jarak tempuh antar titik pengantaran yaitu data titik pengantaran beserta jarak tempuh antar titik pengantaran. Data yang di kumpulkan merupakan data yang dimiliki oleh CV. Bumi Sarana Mandiri yaitu usaha Distribusi buku yang ada di Polewali Mandar.

3.1.1 Data buku

Data buku merupakan data yang digunakan untuk melengkapi data dalam proses distribusi buku selain dari data sekolah, data jarak serta lokasi data buku juga sangat berperan penting dalam proses distribusi. Adapun tabel data buku dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Contoh Data Buku

No	Judul Buku	Jumlah
1	Pengembangan Kemandirian Dalam Belajar	950
2	Manajemen Strategik Dalam Pendidikan	950
3	Seri Anak Muslim: Indahnya Selalu Bersyukur	950
4	Seri Anak Muslim: Asyiknya Berbagi	950
5	Seri Anak Muslim: Saling Memaafkan, Yuk!	950
6	Seri Anak Muslim - Berkata Jujur Siapa Takut?	950
7	Aku Juga Sayang Ayah	760
8	Aku Senang Bersih Dan Rapi	640
9	Aku Anak Mandiri	950
10	Maafkan Kiki	950
11	Dan seterusnya	...

3.1.2 Data sekolah serta jarak tempuh antar titik

Data sekolah serta data jarak sangat berperan penting dalam proses distribusi buku, karena data yang digunakan dalam membuat matriks jarak tempuh antar titik pengantaran yaitu data titik pengantaran beserta jarak tempuh antar titik pengantaran. Titik awal lokasi pengantaran adalah CV. Bumi Sarana Mandiri. Adapun data sekolah dan jarak tempuh antar lokasi dan sekaligus merupakan urutan rute yang saat ini digunakan oleh perusahaan CV. Bumi Sarana Mandiri dalam pendistribusian buku dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Data Jarak Tempuh Antar Titik

No	Data Lokasi Titik Pengantaran		
	Nama Sekolah	Alamat	Jarak tempuh (km)
1	SDN 029 Botto	Jln.Poros majene	17,28
2	SDN 013 Botto	Desa botto	19,38
3	SDN 051 Lampoko	Desa lampoko	18,45
4	SDN 011 Rappogading	Jln.poros majene km.28	18,93
5	SDN 026 Banua Baru	Jln.poros majene desa lagi-lagi	20,15
6	SDN 039 Panggalo	Katumbangan	14,71
7	SDN 010 Katumbangan	Jln.poros katumbangan botto	15,32
8	SDN 031 Katumbangan	Katumbangan	15,89
9	SDN 008 Panyampa	Jln.Abdul Majid Tongai Desa Panyampa	19,25
10	SDN 047 Baurung	Desa Panyampa	28,06

Tabel 2 merupakan data jarak tempuh antar titik penyaluran buku, proses penyaluran buku dimulai dititik penyimpanan buku yaitu di Cv.Bumi Sarana Mandiri. Proses penyaluran buku di mulai pada saat jam sekolah terbuka sampai jam sekolah tertutup. Sekolah yang mendapat bantuan buku berjumlah 178 sekolah. Dalam sehari jumlah sekolah yang bisa di kunjungi hanya 10 titik.

3.1.3 Data Jarak Dari CV. Bumi Sarana Mandiri Ke Seluruh Sekolah

Jarak tempuh antar titik pengantaran di tentukan berdasarkan data titik pengantaran yang telah direkapitulasi sebelumnya. Perhitungan jarak tempuh dilakukan dengan bantuan *Google Maps* dan data jarak diambil berdasarkan dari posisi longitude dan latitude. Adapun jarak antar titik dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3 Data Jarak Antara CV. Bumi Sarana Mandiri Dengan Seluruh Sekolah

		Sekolah (Km)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0	17.28	19.38	18.45	18.93	20.15	14.71	15.32	15.89	19.25	28.06	

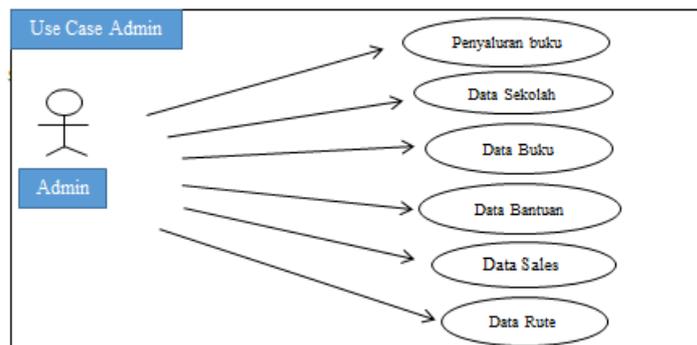
2	17.28	0	2.12	1.82	2.75	4.77	3.18	4.68	4.25	5.74	10.79
3	19.38	2.12	0	2.18	2.87	4.65	5.23	6.39	5.85	6.23	8.78
4	18.45	1.82	2.18	0	0.94	2.97	3.8	4.4	3.81	4.19	9.72
5	18.93	2.75	2.87	0.94	0	2.03	4.23	4.34	3.7	3.36	9.46
6	20.15	4.77	4.65	2.97	2.03	0	5.64	4.93	4.31	2.02	9.13
7	14.71	3.18	5.23	3.8	4.23	5.64	0	2.25	2.26	5.45	13.52
8	15.32	4.68	6.39	4.4	4.34	4.93	2.25	0	0.65	3.98	13.74
9	15.89	4.25	5.85	3.81	3.7	4.31	2.26	0.65	0	3.49	13.1
10	19.25	5.74	6.23	4.19	3.36	2.02	5.45	3.98	3.49	0	10.99
11	28.06	10.79	8.78	9.72	9.46	9.13	13.52	13.74	13.1	10.99	0

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada tabel 3, data tersebut dapat diubah dalam bentuk matriks 11 x 11 dimana elemen berukuran mij adalah data jarak dari i ke j, sedangkan i dan j adalah titik pada jarak.

3.2 Perancangan sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan membuat rancangan database dan use case diagram yang menggambarkan proses sistem yang dilakukan. Berikut use case diagram, class diagram dan perancangan interface sistem. Berikut adalah rancangan use case diagram dan class diagram terhadap sistem yang dibuat.

3.2.1 Use case diagram

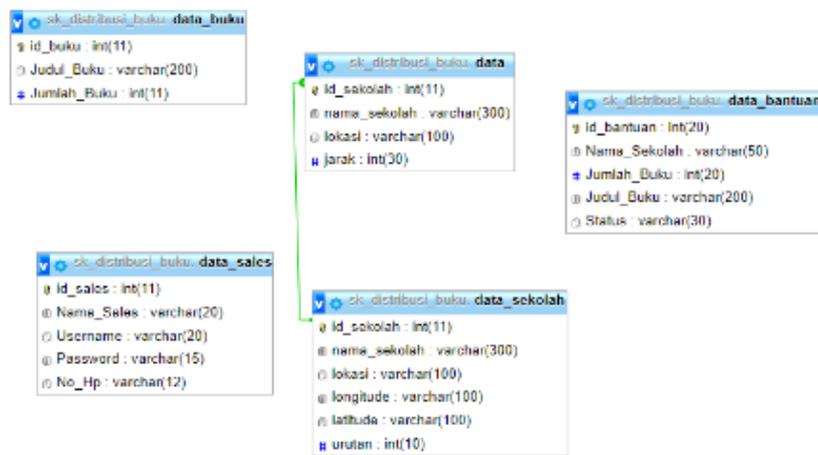


Gambar 4 Use Case Diagram Untuk Admin

Use case aplikasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Admin dapat mengelolah data penyaluran buku
2. Kemudian admin dapat mengelolah data sekolah diantaranya tambah data sekolah, mengedit data sekolah dan menghapus data sekolah
3. Selanjutnya dapat mengelolah data buku diantaranya tambah data buku, mengedit data buku dan menghapus data buku.
4. Selanjutnya dapat mengelolah data bantuan diantaranya tambah data bantuan, mengedit data bantuan dan menghapus data bantuan.
5. Selanjutnya dapat mengelolah data sales diantaranya tambah data sales, mengedit data sales dan menghapus data sales.
6. Selanjutnya dapat mengelolah data sales diantaranya tambah data sales, mengedit data sales dan menghapus data sales.
7. Terakhir admin juga dapat mengolah data rute penyaluran buku.

3.2.2 Class diagram

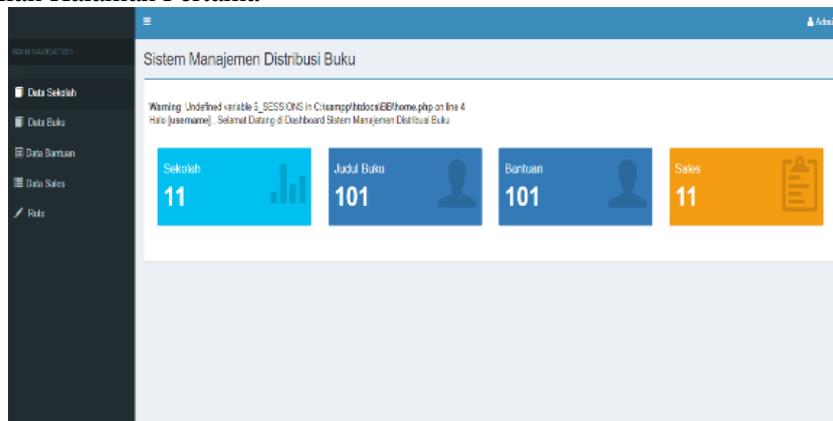


Gambar 5 Class Diagram

3.3 Implementasi sistem

Penerapan model sistem distribusi buku di buat untuk mempermudah para salaes di CV. Bumi Sarana Mandiri dalam mendistribusikan bukunya ke sekolah.

1. Tampilan Halaman Pertama



Gambar 6 Tampilan Halaman Pertama

Di halaman pertama merupakan index yang dimana pada halaman pertama terdapat kata sapaan yang menyambut pengguna sistem distribusi buku. Di halaman pertama juga terdapat menu yang berfungsi untuk menampilkan semua menu yang di gunakan dalam distribusi buku seperti data sekolah, data buku, data bantuan, data sales serta rute yang akan dilewati untuk pengantaran buku. ita juga dapat langsung melihat berapa jumlah dari data-data sekolah, data buku, data sales, serta data bantuan.

2. Tampilan Halaman Data Sekolah

Gambar 7 merupakan tampilan data sekolah yang merupakan titik pengantaran buku tersebut. Di dalam data sekolah terdapat data urutan pengantaran sebelum menggunakan algoritma branch and bound, data lokasi, serta data jarak dari titik 1 sampai titik terakhir pengantaran.

No	Nama Sekolah	Urutan	Lokasi	Longitude	Latitude	Aksi
1	CV Bumi Sarana Mandiri	Starting Point	Polewali	119.3099422	-3.4096801	[✓] [✗]
2	SD Negeri 029 botto	Tujuan ke-1	Botto	119.1554175	-3.4287653	[✓] [✗]
3	SD Negeri 013 botto	Tujuan ke-2	Botto	119.1365149	-3.4262776	[✓] [✗]
4	SD negeri 051 lampoko	Tujuan ke-3	Lampoko	119.1470188	-3.4428138	[✓] [✗]
5	SDN 011 Rappogading	Tujuan ke-4	Rappogading	119.1444164	-3.4588776	[✓] [✗]
6	SD 026 Banua Baru	Tujuan ke-5	Banua Baru	119.1380981	-3.4680386	[✓] [✗]
7	SD Negeri 039 panggalo	Tujuan ke-6	Katumbangan	119.1812364	-3.4411641	[✓] [✗]
8	SD Negeri 010 katumbangan	Tujuan ke-7	Katumbangan	119.1820414	-3.4613865	[✓] [✗]
9	SD Negeri 031 katumbangan	Tujuan ke-8	Katumbangan	119.1762529	-3.4688253	[✓] [✗]
10	SD Negeri 008 panyampa	Tujuan ke-9	Panyampa	119.1515947	-3.4802591	[✓] [✗]
11	SD Negeri 047 baurung	Tujuan ke-10	Panyampa Baurung	119.0594547	-3.4440338	[✓] [✗]

Gambar 7 Tampilan Halaman Data Sekolah

3. Tampilan Halaman Data Buku

No	Judul Buku	Jumlah Buku	Aksi
1	Pengembangan Kemandirian Dalam Belajar	950	[✓] [✗]
2	Manajemen Strategik Dalam pendidikan	950	[✓] [✗]
3	Seri Anak Muslim : Indahny Selalu Bersyukur	950	[✓] [✗]
4	Seri Anak Muslim : Asyiknya Berbagi	950	[✓] [✗]
5	Seri Anak Muslim : Saling Memaikan Yik !	950	[✓] [✗]
6	Seri Anak Muslim : Bekata Jujur Siapa Takut ?	950	[✓] [✗]
7	Aku Juga Sayang Ayah	0	[✓] [✗]
8	Aku Senang Bersih dan Rapi	0	[✓] [✗]
9	Aku Anak Mandiri	950	[✓] [✗]
10	Maafkan Kiki	950	[✓] [✗]
11	Buaya Yang Jujur	950	[✓] [✗]
12	Buku Pemataku	950	[✓] [✗]
13	Ayahku Ididaku	950	[✓] [✗]
14	Indonesiaku	950	[✓] [✗]

Gambar 8 Tampilan Data Buku

Gambar 8 adalah tampilan halaman data buku, di dalam data buku terdapat data nama buku serta jumlah persediaan buku disetiap judul buku.

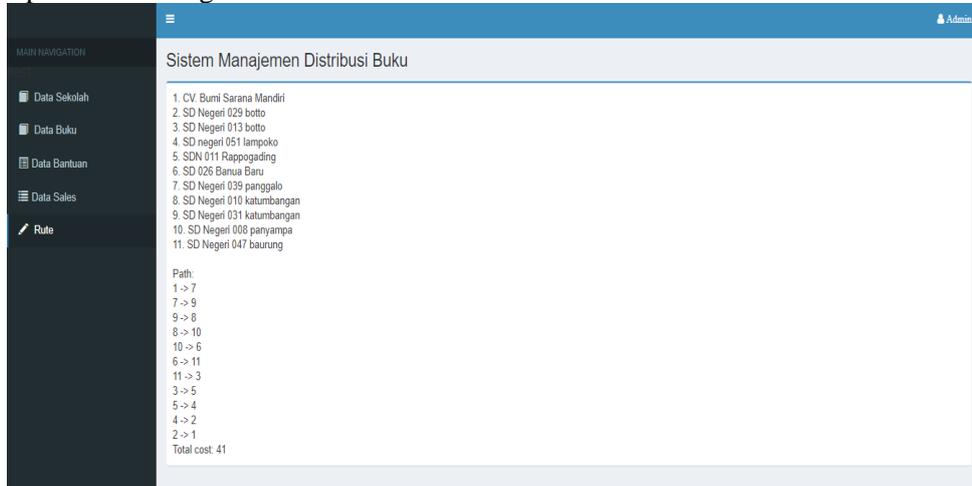
4. Tampilan Halaman Data Bantuan

No	Nama Sekolah	Jumlah Buku	Judul Buku	Status	Aksi
1	SD Negeri 029 Botto	5	Manajemen Strategik Dalam Pendidikan	bantuan	[✓] [✗]
2	SD Negeri 013 Botto	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]
3	SD Negeri 051 Lampoko	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]
4	SD Negeri 011 Rappogading	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]
5	SD Negeri 026 Botto	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]
6	SD Negeri 026 Banua Baru	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]
7	SD Negeri 039 Panggalo	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]
8	SD Negeri 010 Katumbangan	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]
9	SD Negeri 031 Katumbangan	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]
10	SD Negeri 008 Panyampa	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]
11	SD Negeri 047 Baurung	5	Aku Anak Mandiri	bantuan	[✓] [✗]

Gambar 9 Tampilan Halaman Data Bantuan

Gambar 9 adalah tampilan halaman data bantuan, di dalam menu data bantuan terdapat data nama sekolah, jumlah buku serta judul buku yang akan di antarkan ke setiap sekolah.

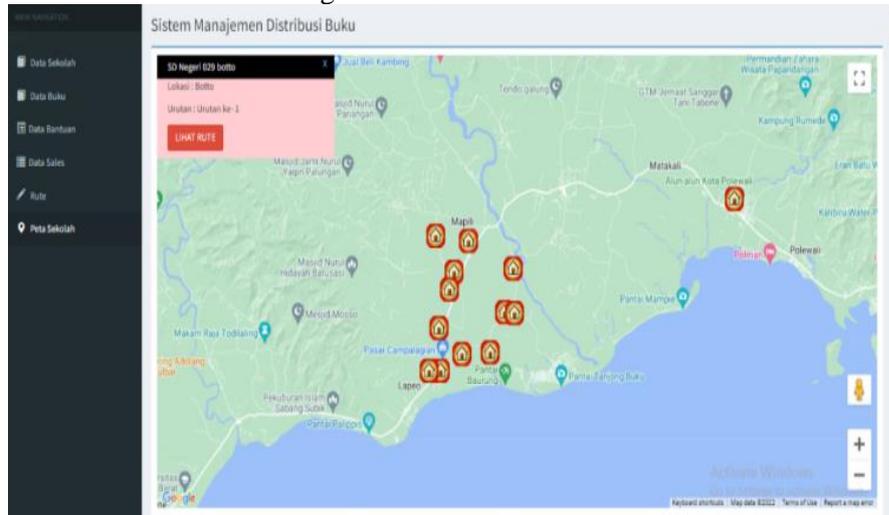
5. Tampilan Rute Pengantaran Buku



Gambar 10 Tampilan Rute Pengantaran Buku

Gambar 10 adalah tampilan rute pengantaran buku. Dalam rute tersebut terdapat 10 titik sekolah yang akan di kunjungi dalam setiap hari.

6. Tampilan Peta Sekolah Rute Pengantaran Buku

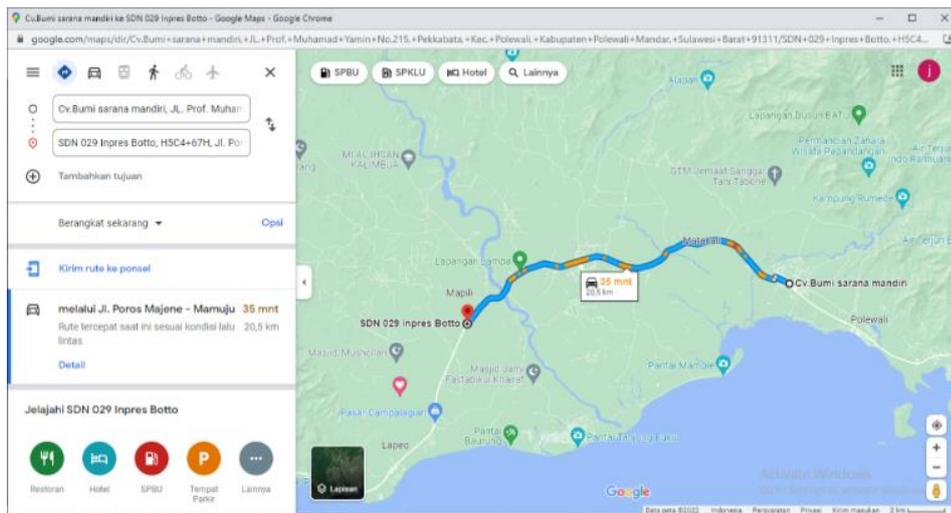


Gambar 11 Tampilan Peta Sekolah Rute Pengantaran Buku

Gambar 11 adalah tampilan peta sekolah rute pengantaran buku. Dalam peta sekolah tersebut terdapat nama-nama sekolah dan urutan titik sekolah mana yang lebih awal akan di kunjungi.

7. Tampilan Lihat Rute Pada Google Maps

Gambar 12 adalah tampilan lihat rute pada google maps. Dalam lihat rute tersebut terdapat rute dari titik penyimpanan buku yaitu CV. Bumi Sarana Mandiri ke rute sekolah yang menjadi titik lokasi pengantaran buku tersebut.



Gambar 12 Tampilan Lihat Rute Pada Google Maps

3.3 Pengujian sistem

Untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan dengan benar sesuai kebutuhan pengguna maka dilakukan proses pengujian. Pengujian Sistem Manajemen Distribusi Buku menggunakan Algoritma *Branch And Bound* ini menggunakan pengujian *Black Box*. Adapun hasil pengujian data pengujian menggunakan *black box* dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4 Pengujian *Black Box*

No	Deskripsi Pengujian	Masukan	Hasil yang diterapkan	Hasil
1	Menguji halaman menu data sekolah	Menekan menu data sekolah	Menuju tampilan data sekolah	Sesuai
2	Menguji halaman menu data buku	Menekan menu data buku	Menuju tampilan data buku	Sesuai
3	Menguji tombol data sales	Menekan tombol tambah sales	Menuju tampilan hasil tambah data sales	Sesuai
4	Menguji tombol edit data sales	Menekan tombol edit data sales	Menuju tampilan hasil edit data sales	Sesuai
5	Menguji tombol hapus data sales	Menekan tombol hapus data sales	Menuju tampilan hasil data sales	Sesuai
6	Menguji halaman menu rute	Menekan menu rute	Menuju tampilan hasil rute	Sesuai
7	Menguji tampilan peta sekolah rute pengantaran buku	Menekan menu peta sekolah	Menuju tampilan hasil peta sekolah	Sesuai
8	Menguji tombol lihat rute	Menekan tombol lihat rute	Menuju tampilan hasil lihat rute	Sesuai
Jumlah pengujian = 8				
Jumlah defect yang di temukan = 0				

Dari semua hasil pengujian tidak ada hasil yang ditemukan *defect* atau kesalahan berarti sistem yang dibuat sudah memenuhi persyaratan fungsional dan sudah berjalan sesuai yang diharapkan. Dari hasil analisis tersebut maka bisa disimpulkan bahwa sistem yang dibangun sudah dapat memudahkan para pengguna atau sales dalam memilih jalur atau rute terpendek yang lebih optimal untuk pendistribusian buku berdasarkan *Travelling Salesman Problem with time window* untuk efisiensi rute terpendek menggunakan algoritma *branch and bound*.

Pada penelitian ini juga dilakukan uji coba terkait optimalisasi yang dilakukan terkait jarak maupun biaya. Pada rute pendistribusian buku, sebelumnya rute awal dengan jarak 75,63 km

setelah menggunakan algoritma *branch and bound* jaraknya menjadi 65,34 km. Berdasarkan hasil tersebut, rute terpilih distribusi buku menggunakan algoritma *branch and bound* terdapat penghematan jarak sebesar 75,63 km - 65,34 km = 10,29 km. Sedangkan untuk penghematan biaya dalam pengantaran buku yang sebelumnya Rp 252.100 dan setelah menggunakan algoritma *branch and bound* biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 217.800.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terjadi optimalisasi pada rute pendistribusian buku serta biaya yang dibutuhkan, sehingga CV. Bumi Sarana Mandiri dapat melakukan penghematan biaya sebesar Rp 34.300. Sehingga algoritma *Branch and Bound* dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan *Travelling Salesman Problem* khususnya pada pengoptimalan distribusi buku.

Adapun saran dari penulis yang dapat di gunakan untuk penelitian selanjutnya yang mungkin bisa serupa dengan penelitian ini adalah sistem yang di buat hanya membahas pemecahan masalah *Travelling Salesman Problem* menggunakan algoritma *Branch And Bound* saja. Untuk pengembangan selanjutnya dapat menggunakan atau menambahkan algoritma lain yang dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam menyelesaikan *Travelling Salesman Problem*.

REFERENSI

- [1] Saefullah, "Pengaruh Kemajuan Teknologi Komunikasi dan Informasi Terhadap Karakter Anak," Kementrian Agama RI, 30 November 2020. [Online]. Available: <https://bdkjakarta.kemenag.go.id/berita/pengaruh-kemajuan-teknologi-komunikasi-dan-informasi-terhadap-karakter-anak>. [Diakses 4 April 2023].
- [2] M. Apniza Putri, Rosmayani dan Rosmita, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Saluran Distribusi Usaha Kecil Menengah (UKM): (Survei Pada Kue Bangkit "Syempana" Di Kota Pekanbaru)," *Jurnal Valuta*, vol. Vol. 4 No 2, pp. 116-137, 2018.
- [3] N. Nurani dan T. Wuryanto, "ANALISIS SALURAN DISTRIBUSI SELEKTIF AGEN DAN SUB AGEN TERHADAP VOLUME PENJUALAN (Studi kasus Pada PT. Charoen Pophand Indonesia Tbk. Area pemasaran Kabupaten Blitar)," *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*, vol. Vol. 1, 2014.
- [4] A. Y. Nugroho, A. Suyitno dan R. Arifudin, "PERBANDINGAN ALGORITMA BRANCH AND BOUND DAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK MENGATASI TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP) (Studi Kasus PT. JNE Semarang)," *UNNES Journal of Mathematics*, Vol. %1 dari %2Vol. 5, No. 2, pp. 135-143, 2016.
- [5] N. Saif Muhammad Mussafi dan S. Margiyani, "Aplikasi Algoritma Branch And Bound untuk Optimasi Jalur Pemadam Kebakaran Kota Yogyakarta," *Jurnal Fourier*, Vol. %1 dari %2Vol. 3, No. 1, 2014.
- [6] B. Susilo, S. Maulinda dan R. Efendi, "IMPLEMENTASI DAN ANALISA KINERJA ALGORITMA ANT SYSTEM (AS) DALAM PENYELESAIAN MULTIPLE TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (MTSP)," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 2011.
- [7] H. T. Utomo, M. H. Pulungan, S. Maryani dan S. Santoso, "Minimasi Biaya Distribusi Tempe Dengan Menggunakan Metode Travelling Salesman Problem (TSP) (Studi Analisa

- Usaha Kecil Hikma Sanan – Malang),” *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 1 dari 2 Vol 5, No. 2, pp. 87 - 94, 2004.
- [8] Y. Trimarsiah dan M. Arafat, “ANALISIS DAN PERANCANGAN WEBSITE SEBAGAI SARANA INFORMASI PADA LEMBAGA BAHASA KEWIRAUSAHAAN DAN KOMPUTER AKMI BATURAJA,” *Jurnal Ilmiah Matrik*, 2017.
- [9] Utomo, Danang & Kurniawan, Defri & Astuti, Yani, “TEKNIK PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK DALAM EVALUASI SISTEM LAYANAN MANDIRI PEMANTAUAN HAJI PADA KEMENTERIAN AGAMA PROVINSI JAWA TENGAH,” *Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer.*, vol. 9, no. 10.24176/simet.v9i2.2289, pp. 731-746, 2018.
- [10] W. N. Cholifah, Y. Yulianingsih dan S. Melati Sagita, “Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap,” *Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi*, 2018.