



IMPLEMENTASI ALGORITMA *BRANCH & BOUND* DALAM PENENTUAN RUTE TERDEKAT PENGIRIMAN PAKET DI J&T EXPRESS BLITAR

Khresna Wibi Prayogo¹, Indyah Hartami Santi², Filda Febrinita³

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Islam Balitar^{1,2,3}

		Abstract
Received: Revised: Accepted:		Pengiriman paket di J&T <i>Express</i> jalan bali, khususnya dalam penentuan rute pengiriman masih dilakukan secara manual. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelesaikan masalah <i>travelling salesman problem</i> (TSP) menentukan rute terdekat pengiriman paket menggunakan algoritma <i>branch and bound</i> . Hasil penerapan penentuan rute menggunakan algoritma <i>branch and bound</i> dapat menentukan rute yang lebih optimal dengan penghematan jarak sebesar 1760 meter pada trip pertama dan 542 meter untuk trip kedua. sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma yang digunakan cukup efisien. Hasil implementasi pengelompokan algoritma <i>branch and bound</i> menggunakan Bahasa pemrograman <i>Java</i> memberikan hasil yang sama dengan hasil penerapan algoritma <i>branch and bound</i> secara manual.
Keywords:		pengiriman paket, <i>branch and bound</i> , rute terdekat
(*) Corresponding Author:		khresnawibi113@gmail.com , indyahartamisanti@gmail.com , febrinitafilda80@gmail.com
How to Cite: Xxxxxx. (2024). Xxxx. <i>Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan</i> , XX (x): x-xx.		

PENDAHULUAN

Pencarian jalur terpendek merupakan sebuah permasalahan yang sangat sering diperbincangkan untuk menentukan jauhnya jarak tempuh, Pencarian rute terdekat adalah usaha untuk mencari rute yang paling dekat dari posisi awal hingga akhir dengan beban paling ringan atau sedikit dibandingkan dengan seluruh rute yang ada (rengga dionata, 2012). Tingginya minat masyarakat untuk melakukan belanja online sudah pasti meningkatkan pula jasa pengiriman. Bagi pengelola suatu jasa pengiriman sudah pasti akan saling berlomba-lomba untuk dapat mempersembahkan layanan yang paling terbaik [1], salah satunya adalah J&T *Express* Jalan Bali Kota Blitar yang berdiri sejak tahun 2017 dan telah mempekerjakan 34 kurir. Masing-masing jasa pengiriman harus memiliki kelebihan tersendiri supaya dapat bersaing di pasar. Salah satu kelebihan yang harus dimiliki oleh jasa pengiriman adalah dalam hal efisiensi jarak yang diharapkan dapat meminimalkan biaya bahan bakar dan juga mempercepat proses pengiriman. Sehingga jasa pengiriman perlu menentukan rute terdekat dalam perjalanan pengirimannya.

Pada penelitian sebelumnya pernah dilakukan di J&T *Express* oleh (Ubaidillah , 2023) hasil akhirnya adalah menemukan rute terdekat dari titik awal sampai ke titik akhir pengiriman tanpa kembali ke titik awal (kantor) namun hal tersebut masih kurang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh kurir, Berdasarkan data yang



diperoleh saat wawancara dengan *supervisor J&T Express Jalan Bali* “masalah yang terjadi adalah keterlambatan paket sampai kepada pelanggan dan kurir sering kembali ke daerah sebelumnya karena penentuan rute yang kurang tepat sebelum berangkat, perjalanan kurir dimulai dari titik awal yaitu gudang pengiriman menuju titik-titik pengiriman hingga lokasi terakhir dan setelah dari lokasi terakhir, kurir diwajibkan kembali lagi ke titik awal yaitu gudang untuk menyelesaikan beberapa pekerjaan, seperti absen dan menyerahkan uang pembayaran yang diperoleh saat pengiriman, sebelum melakukan absen pulang”.

Berdasarkan masalah yang terjadi di *J&T Express* perlu adanya solusi untuk mengatasi masalah tersebut salah satu solusinya adalah penentuan rute terdekat untuk menyelesaikan pengiriman paket dari titik awal kantor dan titik akhirnya adalah menuju kantor kembali. Dalam penelitian ini, proses kembalinya kurir dari titik awal ke titik akhir lalu kembali ke titik awal menghasilkan masalah yang disebut *Travelling Salesman Problem* (TSP).

Penyelesaian masalah tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma *Branch and Bound*, algoritma ini memiliki beberapa kelebihan, Kelebihan algoritma *branch* yakni memiliki kompleksitas algoritma $(n-1)!$ dengan n = jumlah titik/kota yang tidak membutuhkan banyak waktu untuk mendapatkan solusi optimal (Saputra, Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode *Traveling Salesman Problem* (Studi Kasus: JNE Balige), 2022). Kelebihan tentang algoritma ini juga ditunjukkan oleh hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Devis Wawan Saputra, 2022) dengan jumlah 6 titik pengiriman sebagai pengujian hasil akhirnya adalah menemukan rute terdekat dari titik awal sampai ke titik akhir dan kembali lagi ke titik awal. Hasil penelitian yg dilakukan oleh penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma *Branch and Bound* dapat mengatasi permasalahan *Travelling Salesman Problem*, peneliti akan menggunakan metode *Branch and Bound* dalam menyelesaikan permasalahan TSP. *Branch and Bound* adalah algoritma yang telah terbukti lebih ideal untuk memperoleh solusi optimal untuk penyelesaian TSP dibandingkan dengan algoritma lainnya. Data yang digunakan untuk menunjang penelitian ini diperoleh dari *J&T Express* yang berlokasi di Jalan Bali Kecamatan Sananwetan Kota Blitar. *J&T Express Jalan Bali* sekarang memperkerjakan 34 kurir dengan wilayah cakupannya meliputi Kecamatan Sanawetan, Garum dan Kanigoro. Diharapkan dengan menggunakan algoritma *Branch and Bound* tersebut tujuan efisiensi rute terdekat di *J&T Express* dapat dicapai dengan baik.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah penelitian maka jenis penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan suatu penelitian yang menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak dapat digunakan untuk menarik kesimpulan secara luas (Sugiyono, 2005). Dalam penelitian ini, yang menjadi obyek penelitian adalah data rute pengiriman paket *J&T Express*. Pada

tahap Identifikasi masalah hal utama yang dilakukan adalah wawancara dan observasi yang di lakukan di J&T *Express* dengan supervisor bpk Syaifullah Didapatkan hasil dari proses wawancara dan observasi yaitu, diketahui bahwa proses penentuan rute pengiriman yang masih dilakukan secara manual sejak tahun 2017 sampai sekarang. Akan tetapi dalam pelaksanaannya, terdapat beberapa masalah karena penentuan rute yang masih manual memerlukan waktu yg lumayan lama untuk menentukan rute dan tidak tepatnya rute yang dipilih menyebabkan kurir menempuh jarak yang kurang efisien dalam proses pengiriman paket.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Data 16 titik

Penulis melakukan pengujian dengan parameter jumlah titik pengiriman maksimal yang dapat dijalankan oleh aplikasi pada perangkat penulis, yang selanjutnya membandingkan hasil rute yang dihasilkan oleh algoritma *Branch and Bound* dengan rute yang dipilih oleh kurir secara manual. Penentuan jumlah titik maksimal berdasarkan uji coba yang dilakukan pada data Trip 1 dan data Trip 2 mulai dari 5 titik hingga jumlah titik maksimal yang dapat dijalankan oleh perangkat penulis. Hasil uji coba pada Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah titik maksimal yang dapat diuji pada Trip 1 adalah 16 titik, dan jumlah titik maksimal yang dapat diuji pada Trip 2 adalah 16 titik, dimana hal ini dikarenakan keterbatasan pada perangkat penulis yang dapat mengalokasikan java heap memory maksimal adalah 12GB.

Tabel 1 Hasil Uji Coba pada Data Trip 1

Sheet	Jumlah Titik	Berhasil (Y/T)	Running	Java Max Heap Memory	Waktu Eksekusi
Trip 1	5	Y		2GB	0m 0.009s
Trip 1	6	Y		2GB	0m 0.001s
Trip 1	7	Y		2GB	0m 0.001s
Trip 1	8	Y		2GB	0m 0.002s
Trip 1	9	Y		2GB	0m 0.014s
Trip 1	10	Y		2GB	0m 0.010s
Trip 1	11	Y		2GB	0m 0.029s
Trip 1	12	Y		2GB	0m 0.174s
Trip 1	13	Y		2GB	0m 0.624s
Trip 1	14	Y		2GB	0m 0.043s
Trip 1	15	T, Out of Memory		2GB	-
Trip 1	15	T, Out of Memory		4GB	-
Trip 1	15	Y		8GB	0m 7.345s
Trip 1	16	Y		8GB	0m 7.492s
Trip 1	17	T, Out of Memory		8GB	-
Trip 1	17	T, Out of Memory		12GB	-

Tabel 2 Hasil Uji Coba pada Data Trip 2

Sheet	Jumlah Titik	Berhasil (Y/T)	Running	Java Memory	Max Heap	Waktu Eksekusi
Trip 2	5	Y		2GB		0m 0.020s
Trip 2	6	Y		2GB		0m 0.001s
Trip 2	7	Y		2GB		0m 0.001s
Trip 2	8	Y		2GB		0m 0.003s
Trip 2	9	Y		2GB		0m 0.006s
Trip 2	10	Y		2GB		0m 0.013s
Trip 2	11	Y		2GB		0m 0.039s
Trip 2	12	Y		2GB		0m 0.103s
Trip 2	13	Y		2GB		0m 0.912s
Trip 2	14	Y		2GB		0m 1.161s
Trip 2	15	T, Out of Memory		2GB		-
Trip 2	15	Y		4GB		0m 6.278s
Trip 2	16	T, Out of Memory		4GB		-
Trip 2	16	T, Out of Memory		8GB		-
Trip 2	16	Y		12GB		0m 34.687s
Trip 2	17	T, Out of Memory		12GB		-

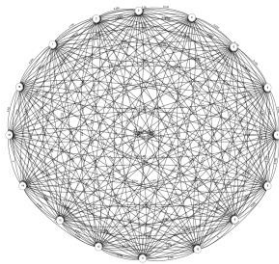
2. Hasil Pengujian pada Data Trip 1

Pada data Trip 1, diambil sebanyak 16 titik yaitu satu titik awal keberangkatan dari gudang J&T Express ditambah dengan 15 titik pengiriman. Dengan detail data seperti pada Gambar 1.

A	B	C	D	E	F
1	no	nama penerima	alamat	no resi	jam diterima koordinat lokasi google maps
2	1	gudang J&T express	j/ bali no 163	-	09.00.00 -8.112388,112.174947
3	2	farida kusuma	j/ s supriyadi no 107	ju0226652592	09.11.26 -8.090932,112.182932
4	3	rini	j/ patimura gg 1 no 17	ju0239084818	09.14.06 -8.090203,112.181542
5	4	mita angraini	j/ patimura no 22	ju0242750502	09.15.01 -8.089821,112.182448
6	5	yulika ayu lestari	j/ s supriyadi no 83	ju0231310463	09.16.56 -8.091616,112.181790
7	6	yunita ariel	j/ sudanco supriyadi no 71	ju0242259625	09.17.52 -8.091796,112.180839
8	7	fitri dwi kusumawardani	dinas kesehatan kota blitar, j/ sudanco supriyadi no 61	jp9107496627	09.20.03 -8.092147,112.180530
9	8	alveronica	j/ sudanco supriyadi no 22	ju0243922221	09.33.35 -8.094869,112.174712
10	9	ellia rudiandoro	inspektorat j/ sudanco supriyadi no 17	ju0227243265	09.38.42 -8.094367,112.174633
11	10	corina malta	dinas kominfo j/ sudanco supriyadi no 17	jp3893361288	09.39.54 -8.094367,112.174633
12	11	octa	j/ sudanco supriyadi gg 1	ju0377976302	09.41.35 -8.095126,112.179632
13	12	wahyu	j/ sudanco supriyadi no 16 kuning kafe	ju0212284497	09.46.55 -8.095638,112.173820
14	13	retno wulandari	j/ ir soekarno no 4	ju0378134709	09.49.09 -8.094365,112.173486
15	14	novi dewi wijayanti	j/ soeparjono 5a	ju02246508530	09.57.11 -8.092882,112.179445
16	15	novi dewi wijayanti	j/ soeparjono 5a	ju0227972182	09.57.11 -8.092882,112.179445
17	16	salmaaa	kos pink j/ soeparjono no 22	ju02246508690	09.58.39 -8.093024,112.173423

Gambar 1 Data yang Diuji pada Trip 1

Setelah melalui proses pengambilan data jarak melalui *Google Distance Matrix* API, maka data uji pada Trip 1 dapat divisualisasikan melalui *graph* pada Gambar 2 dan matriks ketetanggaan pada Gambar 3.



Gambar 2 Graf Data Uji Trip 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	INF	3.29	3.355	3.326	3.092	2.976	2.94	2.475	2.663	2.663	2.594	2.699	2.851	4.264	4.264	4.244
2	3.124	INF	0.389	0.36	0.198	0.302	0.35	1.059	1.247	1.247	1.178	1.282	1.778	1.698	1.698	1.678
3	3.355	0.389	INF	0.128	0.264	0.368	0.415	1.124	1.312	1.312	1.243	1.348	1.697	1.617	1.617	1.597
4	3.326	0.36	0.128	INF	0.234	0.338	0.386	1.094	1.282	1.282	1.213	1.318	1.667	1.587	1.587	1.567
5	3.092	0.198	0.264	0.234	INF	0.104	0.152	0.86	1.048	1.048	0.979	1.084	1.653	1.573	1.573	1.553
6	2.976	0.302	0.368	0.338	0.104	INF	0.036	0.745	0.932	0.932	0.864	0.968	1.757	1.677	1.677	1.657
7	2.94	0.35	0.415	0.386	0.152	0.036	INF	0.709	0.896	0.896	0.828	0.932	1.085	1.725	1.725	1.704
8	2.515	1.059	1.124	1.094	0.86	0.745	0.709	INF	0.188	0.188	0.119	0.224	0.376	2.106	2.106	2.086
9	2.57	1.114	1.179	1.149	0.915	0.8	0.764	0.055	INF	0	0.174	0.279	0.431	2.161	2.161	2.141
10	2.57	1.114	1.179	1.149	0.915	0.8	0.764	0.055	0	INF	0.174	0.279	0.431	2.161	2.161	2.141
11	2.696	1.178	1.243	1.213	0.979	0.864	0.828	0.119	0.186	0.186	INF	0.105	0.257	1.987	1.987	1.967
12	2.592	1.282	1.348	1.318	1.084	0.968	0.932	0.224	0.291	0.291	0.105	INF	0.212	1.882	1.882	1.862
13	2.689	1.516	1.581	1.552	1.318	1.202	1.166	0.457	0.525	0.525	0.338	0.234	INF	1.979	1.979	1.959
14	2.944	1.771	1.836	1.807	1.573	1.457	1.421	0.712	0.78	0.78	0.593	0.489	0.255	INF	0	0.02
15	2.944	1.771	1.836	1.807	1.573	1.457	1.421	0.712	0.78	0.78	0.593	0.489	0.255	0	INF	0.02
16	2.924	1.751	1.816	1.786	1.552	1.437	1.401	0.692	0.759	0.759	0.573	0.469	0.235	0.02	0.02	INF

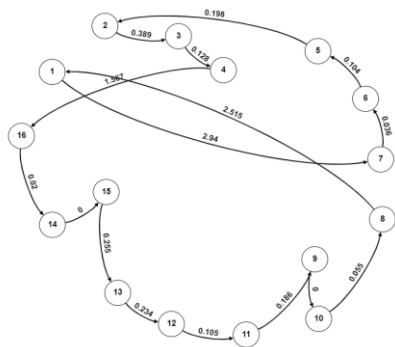
Gambar 3 Matriks Ketetangaan Data Uji Trip 1

Selanjutnya pengujian dilakukan melalui aplikasi sehingga didapat hasil seperti pada Gambar 4.

Jalur kurir	: 1 -> 2 -> 3 -> 4 -> 5 -> 6 -> 7 -> 8 -> 9 -> 10 -> 11 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15 -> 16 -> 1
Jarak kurir	: 10.492
Jalur BnB	: 1 -> 7 -> 6 -> 5 -> 2 -> 3 -> 4 -> 16 -> 14 -> 15 -> 13 -> 12 -> 11 -> 9 -> 10 -> 8 -> 1
Jarak BnB	: 8.732
Selisih jarak	: 1.760
Waktu eksekusi	: 0m 9.254s

Gambar 4 Hasil Pengujian Aplikasi pada Data Trip 1

Hasil pada Gambar 4 menunjukkan bahwa rute yang dipilih oleh kurir secara manual adalah 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-1 dengan total jarak tempuh adalah 10,492 kilometer. Sedangkan rute yang dihasilkan oleh algoritma *Branch and Bound* adalah 1-7-6-5-2-3-4-16-14-15-13-12-11-9-10-8-1 dengan total jarak tempuh adalah 8,732 kilometer. Terdapat penghematan jarak tempuh dengan selisih 1760 meter dimana rute hasil algoritma *Branch and Bound* lebih optimal. Rute hasil algoritma *Branch and Bound* pada data uji Trip 1 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Graf Hasil Pengujian Data Trip 1

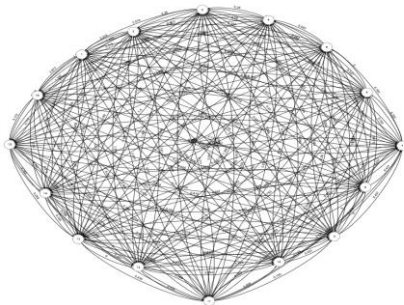
3. Pengujian pada Data Trip 2

Pada data Trip 2, diambil sebanyak 16 titik yaitu satu titik awal keberangkatan dari gudang J&T Express ditambah dengan 15 titik pengiriman. Dengan detail data seperti pada Gambar 6.

	A	B	C	D	E	F
1	no	nama penerima	alamat	no resi	jam diterima	koordinat lokasi google maps
2	1	gudang j&t express	j/ bali no 163	-	09,00,00	-8.112388,112.174947
3	2	yolan wanda	j/ patimura gg1 no 8	jd0224018 15,32,55		-8.090141,112.181909
4	3	nemy ismail	j/ pamenang gg 7 no 2	jd0232992 15,34,53		-8.089091,112.181443
5	4	monica mutiara ardi	j/ prambanan no 1	jd0236242 15,36,49		-8.090444,112.179885
6	5	sella endwant a	dinas kesehatan kota bilitar, j/ sudanco supriyadi no 61	jd0378582 15,41,19		-8.092095,112.180415
7	6	dhitia	dinas kesehatan kota bilitar, j/ sudanco supriyadi no 61	jd0231443 15,46,02		-8.092095,112.180415
8	7	widia irfan setiawa	j/ sudanco supriyadi no 74	jd0235010 15,47,20		-8.091707,112.182157
9	8	hariyanto	j/ sudanco supriyadi gg 5 no 1	jd6381419 15,51,34		-8.092853,112.178700
10	9	hariyanto	j/ sudanco supriyadi gg 5 no 1	jd6793237 15,51,34		-8.092853,112.178700
11	10	anggi rizky saputri	j/ sudanco supriyadi no 27c	jd0238693 15,53,29		-8.093136,112.178288
12	11	intan anggi	bpr pulau intan sejahtera, j/ sudanco supriyadi no 23	jd8396741 15,54,27		-8.093363,112.177790
13	12	sukma	inspektorat j/ sudanco supriyadi no 17	jd0229066 15,57,12		-8.094304,112.174645
14	13	ellia rusdiantoro	inspektorat j/ sudanco supriyadi no 17	jd0243046 15,57,24		-8.094304,112.174645
15	14	niina kurnia	j/ sudanco supriyadi gg 1 depan masjid syuhada haji	jd0227392 15,59,41		-8.094999,112.173659
16	15	pras kco	kuning kitchen j/ sudanco supriyadi no 16	jd4641850 16,03,00		-8.095773,112.172876
17	16	vania devi mutiara	j/ sunanto bakso gangsar ke utara rumah no 4	jd0241311 16,11,16		-8.094970,112.173512

Gambar 6 Data yang Diuji pada Trip 2

Setelah melalui proses pengambilan data jarak melalui *Google Distance Matrix* API, maka data uji pada Trip 2 dapat divisualisasikan melalui *graph* pada Gambar 7 dan matriks ketetanggaan pada Gambar 8.



Gambar 7 Graph Data Uji Trip 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	INF	3.316	3.518	3.475	2.932	2.932	3.125	2.734	2.734	2.672	2.604	2.67	2.67	2.589	2.699	2.673
2	3.316	INF	0.28	0.387	0.384	0.384	0.188	0.627	0.627	0.644	0.711	1.279	1.279	1.198	1.308	1.282
3	3.518	0.28	INF	0.28	0.586	0.586	0.39	0.83	0.83	0.846	0.914	1.482	1.482	1.4	1.51	1.485
4	3.475	0.387	0.28	INF	0.543	0.543	0.347	0.786	0.786	0.803	0.871	1.859	1.859	1.726	1.561	1.505
5	2.932	0.384	0.586	0.543	INF	0	0.193	0.243	0.243	0.26	0.328	0.895	0.895	0.814	0.924	0.899
6	2.932	0.384	0.586	0.543	0	INF	0.193	0.243	0.243	0.26	0.328	0.895	0.895	0.814	0.924	0.899
7	3.125	0.188	0.39	0.347	0.193	0.193	INF	0.437	0.437	0.453	0.521	1.088	1.088	1.007	1.117	1.092
8	2.734	0.627	0.83	0.786	0.243	0.243	0.437	INF	0	0.061	0.129	0.697	0.697	0.616	0.726	0.7
9	2.734	0.627	0.83	0.786	0.243	0.243	0.437	0	INF	0.061	0.129	0.697	0.697	0.616	0.726	0.7
10	2.672	0.644	0.846	0.803	0.26	0.26	0.453	0.061	0.061	INF	0.068	0.636	0.636	0.554	0.664	0.639
11	2.604	0.711	0.914	0.871	0.328	0.328	0.521	0.129	0.129	0.068	INF	0.568	0.568	0.487	0.596	0.571
12	2.577	1.147	1.349	1.306	0.763	0.763	0.956	0.564	0.564	0.503	0.435	INF	0	0.176	0.286	0.26
13	2.577	1.147	1.349	1.306	0.763	0.763	0.956	0.564	0.564	0.503	0.435	0	INF	0.176	0.286	0.26
14	2.629	1.198	1.4	1.357	0.814	0.814	1.007	0.616	0.616	0.554	0.487	0.188	0.188	INF	0.165	0.14
15	2.592	1.308	1.51	1.6	0.924	0.924	1.117	0.726	0.726	0.664	0.596	0.298	0.298	0.165	INF	0.112
16	2.703	1.282	1.485	1.442	0.899	0.899	1.092	0.7	0.7	0.639	0.571	0.273	0.273	0.14	0.112	INF

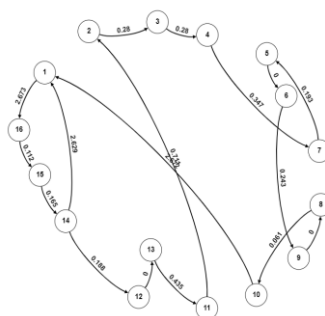
Gambar 8 Matriks Ketetangaan Data Uji Trip 2

Selanjutnya data akan dilakukan pengujian melalui aplikasi sehingga didapat hasil seperti pada Gambar 9.

Jalur kurir	: 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 1
Jarak kurir	: 8.902
Jalur BnB	: 1 - 16 - 15 - 14 - 12 - 13 - 11 - 2 - 3 - 4 - 7 - 5 - 6 - 9 - 8 - 10 - 1
Jarak BnB	: 8.360
Selisih jarak	: 0.542
Waktu eksekusi	: 0m 44.733s

Gambar 9 Hasil Pengujian Aplikasi pada Data Trip 2

Hasil pada Gambar menunjukkan bahwa rute yang dipilih oleh kurir secara manual adalah 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-1 dengan total jarak tempuh adalah 8,902 meter. Sedangkan rute yang dihasilkan oleh algoritma *Branch and Bound* adalah 1-16-15-14-12-13-11-2-3-4-7-5-6-9-8-10-1 dengan total jarak tempuh adalah 8,360 meter. Terdapat penghematan jarak tempuh dengan selisih 542 meter dimana rute hasil algoritma *Branch and Bound* lebih optimal. Rute hasil algoritma *Branch and Bound* pada data uji Trip 2 dapat dilihat pada Gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10 Graph Hasil Pengujian Data Trip 2

Pembahasan

Pada sub-bab ini, peneliti akan menganalisis hasil yang diperoleh dari implementasi Algoritma *branch and bound*, mengaitkannya dengan teori yang ada, dan membahas efektivitas serta hasil dari penelitian ini.

Hasil wawancara dan observasi kepada Syaifullah *supervisor J&T Express* jl bali menunjukkan bahwa proses penentuan rute pengiriman paket yang dilakukan secara manual memakan waktu yang cukup lama dan rentan terjadinya kesalahan untuk menentukan rute yang efektif atau paling terdekat. Fasilitas untuk menentukan rute pengiriman paket tidak diatur secara sistematis berdasarkan data alamat paket sehingga meningkatkan kemungkinan pemilihan rute yang kurang efektif karena hanya berdasarkan perkiraan manual kurir.

Implementasi Algoritma *branch and bound* bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan menyediakan mekanisme pencarian rute yang lebih efisien dan akurat. Algoritma ini mengukur jarak semua kemungkinan rute terpilih dan akan dipilih rute dengan jumlah total jarak paling minimum.

Mengacu pada hasil pengujian data Trip 1 dan juga hasil pengujian data Trip 2, didapat hasil bahwa rute yang dipilih oleh algoritma *branch and bound* lebih optimal dibandingkan dengan rute yang dipilih oleh kurir secara manual dengan adanya penghematan jarak 1760 meter pada Trip 1 dan penghematan jarak 542 meter pada Trip 2 untuk 16 titik pada masing-masing trip atau terdapat penghematan sebesar 16,78% pada trip pertama dan 6.09% pada trip kedua.. Jumlah titik maksimal pada data Trip 1 dan data Trip 2, dibatasi oleh alokasi jumlah memory maksimum yang dapat dilakukan oleh penulis yaitu 12GB. Hal ini dikarenakan adanya kemungkinan bahwa bentuk matriks ketetanggaan dari data milik penulis menyebabkan algoritma *branch and bound* berjalan pada kompleksitas pada kasus terburuk yaitu sama dengan pendekatan brute force dengan jumlah kemungkinan $(N-1)!$, sebagai contoh untuk jumlah data 17 titik, maka pada kasus terburuk akan ada $(17-1)! = 20,922,789,888,000$ kemungkinan yang perlu diselesaikan oleh algoritma *branch and bound*. Hal ini sesuai dengan yang dituliskan oleh Saputra pada jurnalnya yang berjudul Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode *Traveling Salesman Problem* (Studi Kasus: JNE Balige) pada tahun 2022.

Hasil validasi dan uji coba menunjukkan bahwa penerapan Algoritma *branch and bound* dapat mengatasi permasalahan *travelling salesman problem* (tsp) untuk kasus pengiriman paket J&T Express oleh kurir dengan menentukan rute yang paling minimum dari semua kemungkinan rute karena sebelumnya penentuan rute dilakukan oleh kurir secara manual. Terdapat penghematan jarak sebanyak 1760 meter pada trip 1 dan 542 meter pada trip 2 dengan data uji sebanyak 16 titik, titik tersebut adalah titik maksimal yang dapat dihitung algoritma *branch and bound* menggunakan perangkat peneliti dikarenakan alokasi memory yang tidak mencukupi (*out of memory*) pada perangkat peneliti.

KESIMPULAN

1. Dari penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti dapat diambil kesimpulan bahwa algoritma *branch and bound* dapat menentukan rute yang lebih optimal dibandingkan pilihan kurir J&T Express.
2. Hasil pengujian empiris pada data pengiriman paket kurir J&T Express menunjukkan bahwa algoritma *Branch and Bound* berhasil menghasilkan pemilihan rute yang lebih optimal terdapat penghematan selisih jarak 1760 meter pada Trip 1 dan penghematan selisih jarak 542 meter pada Trip 2 atau terdapat penghematan sebesar 16,78% pada trip 1 dan 6.09% pada trip 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, A., Tjuddin, M., & Anas, A. S. (n.d.). *Sistem Informasi Geografis*. Media Nusa Creative.
- Barri, M. W., Lumenta, A. S., & Wowor, A. P. (2015). Perancangan aplikasi SMS Gateway untuk pembuatan kartu perpustakaan di Fakultas Teknik Unsrat. *Jurnal teknik elektro dan komputer*, 4(1), 23-28.
- Daniel&Prida, F. (2019). *Teori Graf*. Sleman: Penerbit Deepublish (Grup Penerbitan CV Budi Utama).
- Emi Puspita Dewi, d. (2022). *Manajemen Pemasaran Hasil Pengelolaan Bank Sampah melalui E-Commerce*. Aceh: Pale Media Prima.
- Endang Danial, W. (2009). *Metode Penulisan Karya Ilmiah*. Bandung: Laboratorium Pendidikan Kewarganegaraan.
- Habibi, A. F. (2022). *Sistem Optimasi Penjadwalan dan Biaya Transportasi Pengiriman Barang*. Bandung: Penerbit Buku Pedia.
- Lukas&Safitri. (2018). Rancang Bangun Sistem Informasi Jasa Pengiriman Kargo Berbasis Dekstop Studi Kasus: PT Cahaya Multitrans Abadi. *IDEALIS*.
- Nursalam. (2017). *Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Prianto, E., Yudhana, A., & Fadlil, A. (2016). Analisis Empiris Perbandingan Kinerja Metode Hashing Progressive Overflow Dan Linear Quotient Dalam Studi Pembuatan Aplikasi Dekstop Administrasi Kepegawaian. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 8(3), 174-181.

Purwanto, E. B. (2008). *Perancangan dan Analisis Algoritma*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Rinaldi Munir, d. (2021). *Algoritma Branch & Bound (Bagian 1)*.

Sa'adah, G. S. (2021). *Pengantar Strategi Algoritma*. Bantul: Penerbit KBM Indonesia

Saputra, D. W. (2022). Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (Studi Kasus: JNE Balige). *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, 160.

Saputra, D. W. (2022). Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (Studi Kasus: JNE Balige). *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, 160.

Waluya, B. (2007). *Sosiologi: Menyelami Fenomena Sosial di Masyarakat untuk Kelas XII Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Sosial*. Bandung: PT Setia Purna Inves.