
PENENTUAN ULANG RUTE DISTRIBUSI MENGUNAKAN METODE CLARKE AND WRIGHT SAVING HEURISTIC

Irwan Sukendar, Andre Sugiyono, Pradhita Rifka Hanifati

Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Sultan Agung

Jl. Kaligawe Raya Km.4 Semarang

e-mail: irwan@unissula.ac.id, pradhitarifkahanifati@std.unissula.ac.id

Abstract

UD Krisna Aluminium is an industrial firm of furniture with the aluminium as the basic material specially in household tools. The main product of the firm is etalase. The firm has expanded on marketing until to many regions. The distribution case of UD Krisna Aluminium is managing to sequence of material delivery to partner shop which will be visited, distribution route, vehicle capacity, departure and return time of the vehicle. The firm has not have product distribution system rightly in determining the distribution route to the partner shop so the delivery distance of mileage is not effective and have not optimized yet vehicle capacity. This case causes distribution cost becoming less efficient. With having limited vehicle, the product being transported has not maximized the vehicle capacity and has not optimalized yet the delivery route because the firm just entrusts to the driver and kernet to distribute the product. The case solution of UD Krisna Aluminium can use Vehicle Routing Problem with the Clarke and Wright Ssaving Heuristics method. Based on the author's calculation is concluded that the method used in this research is able to save the cost of Rp 1.605.360 with percentage of 8,41%.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Clarke and Wright Saving Heuristic, Saving Matriks*

Abstrak

UD Krisna Alumunium merupakan perusahaan industri mebel dengan bahan pokok alumunium dalam bentuk perabotan rumah tangga. Produk utama perusahaan tersebut adalah etalase. Perusahaan tersebut telah melakukan ekspansi pasar hingga ke berbagai daerah. Permasalahan distribusi pada UD Krisna Alumunium adalah pengaturan urutan pengantaran barang ke toko mitra yang akan didatangi, rute pendistribusian, kapasitas kendaraan, waktu kepergian dan kepulangan kendaraan. Perusahaan tersebut belum mempunyai sistem pendistribusian produk yang tepat dalam menentukan jalur distribusi ke toko mitra sehingga jarak pengiriman yang ditempuh kurang efektif dan belum mengoptimalkan kapasitas kendaraan. Hal ini mengakibatkan biaya distribusi menjadi kurang efisien. Dengan keterbatasan kendaraan yang dimiliki, produk yang diangkut belum dapat memaksimalkan kapasitas kendaraan dan belum optimalnya rute pengiriman karena perusahaan hanya mempercayakan kepada sopir dan kernet untuk mendistribusikan produknya. Solusi masalah pada UD Krisna Alumunium dapat menggunakan Vehicle Routing Problem dengan metode Clarke and Wright Saving Heuristic. Berdasarkan perhitungan penulis didapatkan kesimpulan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian ini mampu menghemat biaya sebesar Rp 1.605.360 dengan persentase 8,41%.

Kata kunci: *Vehicle Routing Problem, Clarke and Wright Saving Heuristic, Saving Matriks*

1. Pendahuluan

Pendistribusian yang dilakukan oleh UD. Krisna Alumunium yaitu menggunakan truk milik sendiri dan juga menggunakan jasa ekspedisi. Banyaknya jumlah rekanan bisnis menuntut perusahaan untuk selalu meng-*upgrade* sistem distribusi agar efektif dan efisien sehingga tidak mengecewakan pihak pelanggan. Berdasarkan pengamatan penulis di lapangan, perusahaan tersebut masih memerlukan perbaikan karena adanya sistem pendistribusian mebel yang belum optimal. UD Krisna Alumunium masih menghadapi beberapa kendala seperti penentuan jarak, kapasitas, waktu, dan biaya. Dengan keterbatasan kendaraan yang dimiliki oleh UD Krisna Alumunium, maka produk yang diangkut belum dapat memaksimalkan kapasitas kendaraan dan untuk rute pengiriman belum optimal. Untuk mengatasi hal tersebut perusahaan mempercayakan kepada sopir dan kernet untuk mendistribusikan produk berdasarkan kebiasaan secara acak dan tidak mempertimbangkan keoptimalan rute yang akan ditempuh. Hal ini dapat mengakibatkan biaya distribusi menjadi lebih tinggi karena pendistribusian yang diterapkan oleh perusahaan tidak dikelola dengan baik. Pencarian metode oleh penulis untuk perbaikan sistem distribusi pada UD Krisna Alumunium adalah dengan mencari rute terbaik dengan biaya transportasi yang dapat diminimalkan.

2. Metode Penelitian

Vehicle Routing Problem (VRP) menurut Miller (1999) adalah suatu permasalahan penentuan rute pengiriman / distribusi yang melibatkan sekumpulan rute kendaraan-kendaraan yang berpusat pada satu depot atau lebih untuk melayani pelanggan yang tersebar di berbagai wilayah pengiriman dengan permintaannya masing-masing. Menurut (1) solusi dari sebuah VRP yaitu sejumlah rute pengiriman kebutuhan pelanggan dimana kendaraan berangkat dari depot lalu menuju pelanggan dan kembali lagi ke depot.

Langkah-langkah dari metode *Clark and Wright Saving Heuristic* adalah :

1. Mengidentifikasi Matriks Jarak

Dengan adanya asumsi rata-rata kecepatan yang digunakan maka jarak diketahui dengan rumus :

$$D=V \times T$$

D = jarak antara dua lokasi yang berbeda (km)

V = kecepatan rata-rata kendaraan (km/jam)

T = waktu tempuh kendaraan (jam)

2. Mengidentifikasi Saving Matriks

Nilai dari *Saving Matriks* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S(x,y) = D(DC,x) + D(x,y) - D(x,y)$$

S(x,y) : Nilai *Saving Matriks* dari konsumen x ke konsumen y.

D(DC,x) : Jarak dari pabrik (*Distribution Center*) ke konsumen x.

D(DC,y) : Jarak dari pabrik (*Distribution Center*) ke konsumen y.

D(x,y) : Jarak dari konsumen x ke konsumen y.

3. Membagi konsumen dalam rute perjalanan kendaraan

Sesuai dengan fungsi kendala pada penulisan tugas akhir ini adalah :

Waktu Muat = Jumlah Permintaan (kg) x Waktu Muat Per Kg (Menit)

Waktu Bongkar = Jumlah Permintaan (kg) x Waktu Bongkar Per Kg (Menit)

Waktu Perjalanan = 60 menit x (Total Jarak : 40 km)

4. Mengurutkan konsumen di dalam rute perjalanan

Tujuan dari tahap ini adalah mengurutkan kunjungan dari kendaraan ke setiap konsumen yang sudah dikelompokkan dalam suatu rute perjalanan agar diperoleh jarak minimal.

5. Menghitung total waktu, jarak, utilitas kapasitas dan biaya transportasi

Tujuan dari tahap ini adalah menghitung semua indikator perjalanan yang terdiri dari waktu transportasi, jarak transportasi, utilitas kapasitas, dan biaya transportasi.

3. Hasil dan Analisis

Tabel 1. Nama Dan Wilayah Pengiriman

NO	NAMA MITRA	WILAYAH	JARAK (KM)
1	Toko Nirwana	Baturagung, Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah	25.8
2	Toko Pak Nuryadin	Candisari, Kec. Purwodadi, Kab. Grobogan, Jawa Tengah	58.5
3	Toko Irul	Kalirejo, Kec. Wirosari, Kab. Grobogan, Jawa Tengah	85.1
4	Toko Zuri	Mlatiharjo, Kec. Gajah, Kab. Demak, Jawa Tengah	33.3
5	Toko Bu Anis	Banjarsari, Kec. Pandaan, Kab. Pasuruan, Jawa Timur	363
6	Toko Enggal Jaya	Puguh, Kec. Boja, Kab. Kendal, Jawa Tengah	37.7
7	Toko Dadi Seneng	Blotongan, Kec. Sidorejo, Kota Salatiga, Jawa Tengah	50.9
8	Toko Albar Jaya	Bangsalan, Kec. Teras, Kab. Boyolali, Jawa Tengah	87.5
9	Toko Gedung Kuning	Purbayan, Kec. Kotagede, Kota Yogyakarta, DIY	128
10	Toko Barokah	Andong, Kec. Butuh, Kab. Purworejo, Jawa Tengah	138
11	Toko Joli	Kalibening, Kec. Tingkir, Kota Salatiga, Jawa Tengah	55
12	Toko Abadi Mebel	Peterongan, Kec. Semarang Selatan, Kota Semarang, Jawa Tengah	10.6
13	Toko Pak Haji Taqim	Alastuwo, Kec. Poncol, Kab. Magetan, Jawa Timur	164
14	Toko Ipul Mebel	Tanjungrejo, Kec. Madiun, Kab. Madiun, Jawa Timur	193
15	Toko Simbo Reog	Prajegan, Kec. Sukorejo, Kab. Ponorogo, Jawa Timur	210
16	Toko ABC	Karangturi, Kec. Lasem, Kab. Rembang, Jawa Tengah	122
17	Toko Perabot Ilahi	Gembong, Kec. Gembong, Kab. Pati, Jawa Tengah	71.3
18	Toko Al Mahdi	Dororejo, Kec. Tayu, Kab. Pati, Jawa Tengah	111
19	Toko Pak Haji Ali	Waru, Kec. Mranggen, Kab. Demak, Jawa Tengah	25.1

Tabel 2. Matriks Jarak Rute 1

	DC	1	2	3	4	6	7	8	11	12	17	19
DC	0											
1	25.8	0										
2	58.5	32.7	0									
3	85.1	59.4	28.8	0								
4	33.3	23.8	39.7	66.4	0							
6	37.7	55.3	92.7	119	68.2	0						
7	50.9	43.4	68.6	95.3	66.8	44.2	0					
8	87.5	54.8	64.3	91.1	78.2	80.8	37.3	0				
11	55	44.9	70.1	96.8	68.3	48.3	5.3	33.2	0			
12	10.6	26.6	65.6	85.7	41.2	29.8	42.2	81.5	45.8	0		
17	71.3	62.6	55.8	54	39.5	107	105	118	107	81.5	0	
19	25.1	30.6	49.1	75.8	24.6	59.9	75.9	84.6	79.5	34.9	62.9	0

Tabel 3. Matriks Jarak Rute 2

	DC	5	9	10	13	14	15	16	18
DC	0								
5	363	0							
9	128	356	0						
10	138	412	67.1	0					
13	164	218	141	195	0				
14	193	188	190	244	36.6	0			
15	210	226	144	198	38	42.6	0		
16	122	265	217	244	152	158	178	0	
18	111	324	196	221	191	198	217	63.8	0

Tabel 4. *Time Windows* Tiap Outlet

NO	NAMA MITRA	ALAMAT	TIME WINDOWS
1	Toko Nirwana	Baturagung, Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah	07.00-20.00
2	Toko Pak Nuryadin	Candisari, Kec. Purwodadi, Kab. Grobogan, Jawa Tengah	07.00-20.00
3	Toko Irul	Kalirejo, Kec. Wirosari, Kab. Grobogan, Jawa Tengah	07.00-20.00
4	Toko Zuri	Mlatiharjo, Kec. Gajah, Kab. Demak, Jawa Tengah	07.00-20.00
5	Toko Bu Anis	Banjarsari, Kec. Pandaan, Kab. Pasuruan, Jawa Timur	07.00-20.00
6	Toko Enggal Jaya	Puguh, Kec. Boja, Kab. Kendal, Jawa Tengah	07.00-20.00
7	Toko Dadi Seneng	Blotongan, Kec. Sidorejo, Kota Salatiga, Jawa Tengah	07.00-20.00
8	Toko Albar Jaya	Bangsalan, Kec. Teras, Kab. Boyolali, Jawa Tengah	07.00-20.00
9	Toko Gedung Kuning	Purbayan, Kec. Kotagede, Kota Yogyakarta, DIY	07.00-20.00
10	Toko Barokah	Andong, Kec. Butuh, Kab. Purworejo, Jawa Tengah	07.00-20.00
11	Toko Joli	Kalibening, Kec. Tingkir, Kota Salatiga, Jawa Tengah	07.00-20.00
12	Toko Abadi Mebel	Peterongan, Kec. Semarang Selatan, Kota Semarang, Jawa Tengah	07.00-20.00
13	Toko Pak Haji Taqim	Alastuwo, Kec. Poncol, Kab. Magetan, Jawa Timur	07.00-20.00
14	Toko Ipul Mebel	Tanjungrejo, Kec. Madiun, Kab. Madiun, Jawa Timur	07.00-20.00
15	Toko Simbo Reog	Prajegan, Kec. Sukorejo, Kab. Ponorogo, Jawa Timur	07.00-20.00
16	Toko ABC	Karangturi, Kec. Lasem, Kab. Rembang, Jawa Tengah	07.00-21.00
17	Toko Perabot Ilahi	Gembong, Kec. Gembong, Kab. Pati, Jawa Tengah	07.00-20.00
18	Toko Al Mahdi	Dororejo, Kec. Tayu, Kab. Pati, Jawa Tengah	07.00-20.00
19	Toko Pak Haji Ali	Waru, Kec. Mranggen, Kab. Demak, Jawa Tengah	07.00-20.00

Tabel 5. Jumlah Permintaan

NO	NAMA MITRA	WILAYAH	TOTAL PESANAN PERMINGGU	TOTAL PERMINTAAN PERMINGGU (KG)	TOTAL PERMINTAAN PERMINGGU (TON)
1	Toko Nirwana	Baturagung, Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah	17	850	0.85
2	Toko Pak Nuryadin	Candisari, Kec. Purwodadi, Kab. Grobogan, Jawa Tengah	16	800	0.8
3	Toko Irul	Kalirejo, Kec. Wirosari, Kab. Grobogan, Jawa Tengah	18	900	0.9
4	Toko Zuri	Mlatiharjo, Kec. Gajah, Kab. Demak, Jawa Tengah	20	1000	1
5	Toko Bu Anis	Banjarsari, Kec. Pandaan, Kab. Pasuruan, Jawa Timur	21	1050	1.05
6	Toko Enggal Jaya	Puguh, Kec. Boja, Kab. Kendal, Jawa Tengah	13	650	0.65
7	Toko Dadi Seneng	Blotongan, Kec. Sidorejo, Kota Salatiga, Jawa Tengah	14	700	0.7
8	Toko Albar Jaya	Bangsalan, Kec. Teras, Kab. Boyolali, Jawa Tengah	10	500	0.5
9	Toko Gedung Kuning	Purbayan, Kec. Kotagede, Kota Yogyakarta, DIY	22	1100	1.1
10	Toko Barokah	Andong, Kec. Butuh, Kab. Purworejo, Jawa Tengah	21	1050	1.05
11	Toko Joli	Kalibening, Kec. Tingkir, Kota Salatiga, Jawa Tengah	21	1050	1.05
12	Toko Abadi Mebel	Peterongan, Kec. Semarang Selatan, Kota Semarang, Jawa Tengah	12	600	0.6
13	Toko Pak Haji Taqim	Alastuwo, Kec. Poncol, Kab. Magetan, Jawa Timur	21	1050	1.05
14	Toko Ipul Mebel	Tanjungrejo, Kec. Madiun, Kab. Madiun, Jawa Timur	20	1000	1
15	Toko Simbo Reog	Prajegan, Kec. Sukorejo, Kab. Ponorogo, Jawa Timur	22	1100	1.1
16	Toko ABC	Karangturi, Kec. Lasem, Kab. Rembang, Jawa Tengah	21	1050	1.05
17	Toko Perabot Ilahi	Gembong, Kec. Gembong, Kab. Pati, Jawa Tengah	20	1000	1
18	Toko Al Mahdi	Dororejo, Kec. Tayu, Kab. Pati, Jawa Tengah	23	1150	1.15
19	Toko Pak Haji Ali	Waru, Kec. Mranggen, Kab. Demak, Jawa Tengah	11	550	0.55
		Total	343	17150	17.15

Tabel 6. Perbandingan Rute Perjalanan Perusahaan Dan Usulan

HARI	RUTE 1		RUTE 2	
	PERUSAHAAN	USULAN	PERUSAHAAN	USULAN
1	0-1-3-11-0	0-3-2-8-0	0-5	0-5-14
	DC – Toko Nirwana – Toko Irul – Toko Joli - DC	DC – Toko Irul – Toko Pak Nuryadin – Toko Albar Jaya - DC	DC – Toko Bu Anis	DC – Toko Bu Anis – Toko Ipul Mebel
2	0-19-6-0	0-11-17-0	5-0	14-0
	DC – Toko Pak Haji Ali – Toko Enggal Jaya - DC	DC- Toko Joli – Toko Perabot Ilahi - DC	Toko Bu Anis - DC	Toko Ipul Mebel - DC
3	0-2-17-8-0	0-1-7-6-0	0-9-10-0	0-15-9-0
	DC – Toko Pak Nuryadin – Toko Perabot Ilahi – Toko Albar Jaya - DC	DC – Toko Nirwana – Toko Dadi Seneng – Toko Enggal Jaya - DC	DC – Toko Gedung Kuning – Toko Barokah - DC	DC – Toko Simbo Reog – Toko Gedung Kuning - DC
4	0-3-7-17-0	0-19-4-12-0	0-13-0	0-10-16-0
	DC – Toko Irul – Toko Dadi Seneng – Toko Perabot Ilahi - DC	DC – Toko Pak Haji Ali – Toko Zuri – Toko Abadi Mebel - DC	DC – Toko Pak Haji Taqim - DC	DC – Toko Barokah – Toko ABC - DC
5	0-12-4-11-0		0-14-0	0-18-13-0
	DC – Toko Abadi Mebel – Toko Zuri – Toko Joli - DC		DC – Toko Ipul Mebel - DC	DC – Toko Al Mahdi – Toko Pak Haji Taqim – DC
6			0-15-0	
			DC – Toko Simbo Reog – DC	
7			0-16-18-0	
			DC – Toko ABC – Toko Al Mahdi	

Perusahaan melakukan perjalanan selama 5 hari dengan rute 1 dan 7 hari dengan rute 2. Setelah melakukan perhitungan dengan metode CWSH didapatkan usulan rute 1 selama 4 hari dan rute 2 selama 5 hari. Berdasarkan tabel tersebut didapat kesimpulan bahwa rute usulan dapat menghemat 1 hari dan rute 2 menghemat sebanyak 2 hari dibandingkan dengan rute perusahaan.

Tabel 7. Perbandingan Rute Perusahaan dan Rute Usulan

Pembanding	Rute 1		Rute 2		Total		Selisih
	Perusahaan	Usulan	Perusahaan	Usulan	Perusahaan	Usulan	
Utilitas Kendaraan	78 %	98 %	56 %	78 %	67 %	88 %	88-67 = 21 %
Waktu Perjalanan	4 X 5 = 20	4 X 4 = 16	4 X 7 = 28	4 X 5 = 20	20 + 28 = 48	16 + 20 = 36	48-36 = 12
Jarak Tempuh	1336,2 Km	904,9 Km	2489,9 Km	2196 Km	15.304,4 Km	12.403,6 Km	2900,8 Km
Total Biaya	Rp 9.905.160	Rp 8.728.820	Rp 12.781.820	Rp 11.452.800	Rp 22.686.980	Rp 20.181.620	Rp 2.505.360

Utilitas pada rute usulan menghasilkan persentase sebesar 88 % dimana mempunyai selisih 21 % dibandingkan dengan rute perusahaan yaitu 67 % sehingga dapat disimpulkan bahwa rute usulan lebih optimal.

Perusahaan melakukan pendistribusian selama 20 hari pada rute 1 dan 28 hari pada rute 2 pada bulan Agustus 2020. Ketika melakukan perhitungan dengan CWSH didapatkan waktu perjalanan rute 1 selama 16 hari dan rute 2 selama 20 hari. Hal ini dapat menghemat waktu perjalanan selama 12 hari dalam sebulan.

Dalam melaksanakan pendistribusian, perusahaan memiliki jarak tempuh sejauh 15.304,4 km selama bulan Agustus 2020 dengan penjabaran 1336,2 km pada rute 1 dan 2489,9 pada rute 2. Saat menggunakan metode CWSH didapatkan penghematan jarak tempuh sebanyak 2900,8 km. Hal ini memberikan bukti bahwa penggunaan metode CWSH lebih optimal untuk melakukan penghematan jarak tempuh perjalanan.

Total biaya distribusi perusahaan pada rute 1 sebesar Rp 9.905.160 dan rute 2 sebesar Rp 12.781.820 sehingga total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan pada bulan Agustus 2020 adalah Rp 22.686.980. Setelah melakukan perhitungan CWSH dapat diusulkan bahwa biaya pada rute 1 sebesar Rp 8.728.820 dan rute 2 sebesar Rp 11.452.800 dengan total Rp 20.181.620. Perhitungan ini dapat menghemat biaya distribusi sebesar Rp 2.505.360 dengan presentase 8,41%.

4. Kesimpulan

Pemecahan masalah pada penentuan rute distribusi di UD Krisna Alumunium dapat menggunakan metode *Clarke and Wright Saving Heuristic* tanpa melanggar batasan kapasitas dan waktu. Penggunaan metode *Clarke and Wright Saving Heuristic* memberikan utilitas kendaraan sebesar 88%, waktu perjalanan 36 hari, jarak tempuh sejauh 12.403,6 km dengan total biaya distribusi sebesar Rp 20.181.620. Penghematan utilitas menggunakan metode usulan dengan CWSH yaitu sebesar 21%, menghemat waktu perjalanan selama 12 hari, jarak tempuh yang dapat dihemat sejauh 2.900,8 km serta total biaya distribusi sebesar Rp 2.505.360 dengan persentase 11,04 %.

Pada penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menyarankan penggunaan metode *Clarke and Wright Saving Heuristic* karena terbukti mampu memberikan jarak tempuh dan biaya distribusi seminimal mungkin. Penulis berharap perusahaan dapat menerima atau mencoba menerapkan usulan ini sebagai bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan UD Krisna Alumunium dalam upaya pengelolaan sistem pendistribusian agar lebih optimal. Selain itu diperlukan penelitian lebih lanjut berkaitan dengan penentuan rute distribusi menggunakan metode *Clarke And Wright Saving Heuristic*.

Referensi

1. Kurniawan IS, Susanty S, Adianto H. Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Clarke & Wright Savings. *J Online Inst Teknol Nas*. 2014;01(04):125–36.
2. Aliyuddin A, Puspitorini PS, Muslimin M. METODE VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) DALAM MENOPTIMALISASIKAN RUTE DISTRIBUSI AIR. *Metod Veh Routing Probl dalam Mengoptimalkan Rute Distrib Air Minum PT SMU*. 2017;147–210.
3. Fuadi AS, Pujotomo D. PENYELESAIAN VEHICLE ROUTING PROBLEM MENGGUNAKAN METODE CLARKE AND WRIGHT SAVING HEURISTIC. *Semin Nas*. 2018;IENACO(ISSN 2337-4349):164–72.
4. Arifudin A, Wisnubroto P, Parwati CI. OPTIMALISAI VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN PENDEKATAN METODE SAVING MATRIX DAN CLARKE & WRIGHT SAVING HEURISTIC. *J REKAVASI*. 2017;5(1):1–9.
5. Ayough A, Khorshidvand B, Massomnedjad N, Motameni A. An integrated approach for three-dimensional capacitated vehicle routing problem considering time windows. *J Model Manag*. 2020;15(3):995–1015.
6. Baheshtinia MA, Ghasemi A, Farokhnia M. 27.pdf. *Supply Chain Sched Routing Multi-Site Manuf Syst (Case Study A Drug Manuf Company)*. 2017;13:27–49.
7. Elhias MA. Perancangan Kualitas Pelayanan Jasa Transportasi Pengiriman Barang Menggunakan Metode Service Quality Pada CV. *Karya Agung Medan*. IT J. 2018;6(2):124–36.
8. Arief Sugeng Fuadi DP. *Penyelesaian Vehicle Routing Problem Menggunakan Metode*

- Clarke And Wright Saving Heuristic. 2018;164–72.
9. He Y, Wang X, Zhou F, Lin Y. 22.pdf. Dyn Veh Routing Probl Considering Simultaneous Dual Serv Last Mile Deliv. 2020;49:1267–84.
 10. Ilham M. Optimalisasi Vehicle Routing Problem Pada Pendistribusian Koran Riau Pos Dengan Menggunakan Metode Clarke And Wright Saving Heuristic. 2019.
 11. Irman A, Ekawati R, Febriana N. Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum Quelle Dengan Algoritma Clarke & Wright Saving Dan Model Vehicle Routing Problem. Semin Nas Inov Dan Apl Teknol Di Ind. 2017;(ISSN 2085-4218):1–7.
 12. Jharkharia S, Das C. 23.pdf. Veh Routing Anal With Integr Order Pick Deliv Probl Under Carbon Cap Trade Policy. 2020;43:223–43.
 13. Maab MWH, Rakhmawati DY, Herlina. Optimalisasi Vehicle Routing Problem Dengan Metode Saving Matrix dan Clarke & Wright Saving Heuristic dan Nearest Neighbor. J Rekavasi. 2017;5(1):1–58.
 14. Nusmesse P, Rahawarin A, Pailin D b. Usulan Penentuan Rute Dalam Pendistribusian Bbm Bersubsidi (Premium) Pada Pt. Pertamina Tbbm Wayame Ambon Ke Spbu Di Pulau Ambon Dengan Pendekatan Vehicle Routing Problem. 2016;10(1):1–14.
 15. Pallingan CY, Timboeleng JA, Paransa MJ. Analisa Karakteristik Moda Transportasi Metode Analisa Biaya Operasional Kendaraan. Sipil Statik. 2013;1(8):587–92.
 16. Pertiwi PP, Iriani, Ariyani E. Penentuan Rute Distribusi Produk Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Dengan Metode Algoritma Clark And Wright Saving Heuristic di PT X. J Manaj Ind dan Teknol. 2020;1(2):24–32.
 17. Purnomo A. PENENTUAN RUTE PENGIRIMAN DAAN BIAYA TRANSPORTASI DENGAN MENGGUNAKAN ETODE CLARKE AND WRIGHT SAVING HEURISTIC. 2010;1–11.
 18. Qin G, Tao F, Li L, Chen Z. 26.pdf. Optim Simultaneous Pick Deliv Veh Routing Probl Based Carbon Tax. 2019;119:2055–71.
 19. Rabbani M, Pourreza P, Farrokhi-Asl H, Nouri N. 24.pdf. A Hybrid Genet Algorithm Multi-Depot Veh Routing Probl With Considering Time Wind Repair Pick. 2018;13:698–717.
 20. Raharjo H, Aryani E, Ernawati D. MINIMALISASI BIAYA DISTRIBUSI KAYU DENGAN METODE CLARKE AND WRIGHT SAVING HEURISTIC (DI CV. SUMBER JAYA GRESIK) Hantono. Minimalisasi Biaya Distrib Kayu Dengaann Metod Clarke Wright Sav Heuristic Di CV Sumber Jaya Gresik). 2014;46–54.
 21. Rautela A, Sharma S., Bhardwaj P. 29.pdf. Distrib Plan Using Capacit Clust Veh Routing Probl. 2019;16.
 22. Ritonga, D., Timboeleng, J. A., & Kaseke OH. Analisis Biaya Transportasi Angkutan Umum Dalam Kota Manado Akibat Kemacetan Lalu Lintas (. J Sipil Statik [Internet]. 2015;3(1):58–67. Available from: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/6797>
 23. Saragih, Arianty J. Algoritma Clarke and Wright Savings untuk Optimasi Rute Pendistribusian Air Minum dalam Kemasan (Studi Kasus: PT Tirta Sumber Menaralestari). 2019;
 24. Sianipar M, Fu'ani D, Sutopo W, Hisjam M. Penentuan Rute Kendaraan Menggunakan Metode clarke And Wright Saving Heuristic (Studi Kasus: PT. Sinar Sosro. Paper. 2017;16(2):143–51.
 25. Tan Y, Deng L, Li L, Yuan F. 25.pdf. Capacit Pollut Routing Probl With Pick Deliv Last Mile. 2019;31:1193–215.
 26. Tectona Fariz Indria. Penentuan Rute Distribusi Optimal Menggunakan Metode Clarke And Wright Heuristic Di UD Kemajuan Alkuba Leather Rembang. 2019;
 27. Tsai F-M, Lu C-C, Chang Y-M. 28.pdf. A Netw Model solving yard Truck routing Sched Probl. 2016;27:353–270.
 28. Wahab W, Andika P. Studi Analisis Pemilihan Moda Transportasi Umum Darat di Kota Padang antara Kereta Api dan Bus Damri Bandara Internasional Minangkabau. J Tek Sipil ITP. 2019;6(1):30–7.
 29. Wang Y, Yang C, Hou H. 21.pdf. Risk Manag Perish Food Distrib Oper (A Distrib Route Sel Model Whale Optim Algorithm). 2020;120:291–311.
 30. Winarno H, Arifin S. PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI PRODUK YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN CLARKLE AND WRIGHT SAVING HEURISTIK. Ind Manuf. 2019;4(1):13–26.