

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis:

1. Berdasarkan analisis pola pengumpulan, pemindahan, dan pengangkutan sampah domestik di Kecamatan Pati, didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Data mengenai sarana yang dimiliki oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pati menunjukkan bahwa semuanya masih dalam kondisi baik dan laik jalan dengan cakupan pelayanan pengelolaan sampah di Kecamatan Pati mencapai 100%, yang berarti seluruh wilayah telah dilayani;
 - b. Jumlah timbulan sampah di Kecamatan Pati yang terangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) pada Tahun 2021 sebesar 92%, Tahun 2022 sebesar 80%, sedangkan Tahun 2023 sebesar 99,51%. Pengelolaan sampah di Kecamatan Pati sudah menerapkan paradigma baru yaitu sampah yang dihasilkan tidak seluruhnya dibuang ke TPA, melainkan dikelola dengan pengurangan dan penanganan sampah. Berdasarkan data Tahun 2023, jumlah timbulan sampah yang terangkut ke TPA mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya. Rata-rata timbulan sampah yang dihasilkan per orang per hari adalah 0,488 Kg/Jiwa/Hari pada Tahun 2021, 0,498 Kg/Jiwa/Hari pada Tahun 2022, dan 0,5 Kg/Jiwa/Hari pada Tahun 2023.
 - c. Di Kecamatan Pati terdapat 4 TPS antara lain TPS Pasar Sleko, TPS Puri, TPS Winong, dan TPS Pasar Runting. Di setiap TPS terdapat kontainer *arm roll truck* berukuran 6 m³ dengan jumlah menyesuaikan pada lokasi dan jumlah timbulan sampah yang dihasilkan pada daerah/tempat tersebut. Di TPS Pasar Sleko terdapat 3 kontainer, TPS Puri terdapat 2 kontainer, TPS Winong terdapat 3 kontainer, dan TPS Pasar Runting terdapat 1 kontainer.
 - d. Di Kecamatan Pati sudah menerapkan 5 pola pengumpulan sampah menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah

Sejenis Rumah Tangga terdiri dari 5 jenis, yaitu pola individual langsung, pola individual tidak langsung, pola komunal langsung, pola komunal tidak langsung, dan pola penyapuan jalan; dan

- e. Proses pemindahan sampah di Kecamatan Pati terdapat 2 cara yaitu proses pemindahan tidak langsung yang dilakukan dari tempat pengumpul sampah atau sumber-sumber sampah menggunakan *dump truck* dan dilakukan secara manual untuk memindahkan sampah ke truk menggunakan tenaga manusia kemudian dibawa ke TPA Sukoharjo. Sedangkan untuk proses pemindahan langsung dilakukan dengan cara pengangkutan wadah berupa kontainer menggunakan *arm roll truck* kemudian dibawa langsung menuju ke TPA Sukoharjo. Dalam proses pemindahan sampah di Kecamatan Pati, sudah memenuhi persyaratan sebagaimana tercantum di SNI 19-2454-2002 yaitu dilakukan dengan dua cara, cara pertama dilakukan dengan pemindahan secara manual yang mana petugas menggunakan cakar tiga, sapu lidi, dan serok untuk dikumpulkan di keranjang rotan kemudian dimasukkan ke dalam bak *dump truck*. Sedangkan cara kedua dilakukan menggunakan *arm roll truck* yang mana petugas merapikan dan membersihkan sebagian kecil sampah yang tercecer diluar kontainer sampah, kemudian kontainer diangkut ke atas truk dengan mekanis. Pada proses pengangkutan, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pati menggunakan *arm roll truck* dan *dump truck*. Untuk *arm roll truck* mengangkut kontainer yang telah terisi penuh oleh sampah kemudian dibawa menuju ke TPA Sukoharjo. Dalam proses ini menggunakan HCS (*Hauled Container System*) atau sistem kontainer angkut dengan menggunakan *arm roll truck* dan SCS (*Stationary Container System*) atau sistem kontainer tetap dengan menggunakan *dump truck* secara manual dibantu oleh 3 – 5 orang. Pengangkutan dengan *dump truck* di Kecamatan Pati dilakukan 1 kali sehari. Akan tetapi, jumlah tersebut belum memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga, yang mana *dump truck* dapat mencapai

efisiensi apabila dapat melakukan ritasi minimum sebanyak 3 kali per harinya. Sedangkan, pengangkutan dengan *arm roll truck* di Kecamatan Pati dilakukan 1 – 8 kali sehari, dengan mempertimbangkan lokasi penempatan kontainer. Hal tersebut telah memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga, yang *arm roll truck* mencapai efisiensi apabila dapat melakukan ritasi minimum sebanyak 5 kali per harinya. Sedangkan untuk jumlah awak petugas yang dibawa ke TPA adalah sebanyak 1 orang, yang mana hal ini telah memenuhi kriteria maksimum yaitu 1 orang.

2. Berdasarkan analisis penentuan rute efektif dan efisien menggunakan metode *Vehicle Routing Problem*, didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Perjalanan yang dilakukan oleh kendaraan jenis *arm roll truck* pada rute eksisting menghasilkan total jarak tempuh pada TPS Pasar Sleko sepanjang 152,6 Km, TPS Puri sepanjang 51,6 Km, TPS Winong sepanjang 54,1 Km, dan TPS Pasar Runting sepanjang 34,6 Km dengan ritasi pada tiap TPS berbeda-beda yaitu 8 ritasi untuk TPS Pasar Sleko, 4 ritasi untuk TPS Puri, 3 ritasi untuk TPS Winong, serta 1 ritasi untuk TPS Pasar Runting. Sehingga, total jarak tempuh yang dicapai oleh kendaraan jenis *arm roll truck* adalah 292,9 Km. Selain itu, total penggunaan BBM per hari dalam proses pengangkutan sampah menggunakan kendaraan jenis *arm roll truck* adalah 29,3 liter. Jika biaya BBM dalam satuan liter dikonversi ke rupiah, dengan harga Pertamina Dex per 1 liter adalah Rp15.100,00 serta perbandingan menggunakan *arm roll truck* berbeda dengan *dump truck*, yang mana *arm roll truck* lebih hemat dalam penggunaan BBM yaitu 1:10 artinya 1 liter Pertamina Dex dapat digunakan untuk menempuh perjalanan sepanjang 10 Km, maka biaya BBM untuk 29,3 liter dikalikan dengan Rp15.100,00 yaitu Rp442.279,00. Apabila dikalikan 1 bulan maka membutuhkan dana sebesar Rp13.268.370,00 per bulan.
 - b. Total waktu pengangkutan semua ritasi atau waktu operasi pengangkutan sampah per hari ditambah dengan waktu menunggu pengumpulan sampah

yang juga digunakan untuk waktu istirahat petugas pada rute eksisting adalah 12,88 jam. Berdasarkan kondisi eksisting pembagian tugas untuk melakukan pengangkutan sampah, dibagi menjadi 2 sesi waktu pengangkutan yaitu di pagi hari pukul 07.00 WIB – 11.00 WIB dan sore hari pukul 13.00 WIB – 17.00 WIB, dengan pembagian sesi pengambilan pada TPS Pasar Sleko yaitu 4 ritasi di pagi hari dan 4 ritasi di sore hari, 2 ritasi di pagi hari dan 2 ritasi di sore hari untuk TPS Puri, 2 ritasi di pagi hari dan 1 ritasi di sore hari untuk TPS Winong, serta 1 ritasi untuk TPS Pasar Runting yang menggunakan kendaraan *arm roll truck* sebanyak 7 unit. Selain itu, waktu pengangkutan yang digunakan untuk melayani semua TPS pada tiap sesi tidak melebihi jam kerja, yaitu untuk TPS Pasar Sleko membutuhkan waktu 3,27 jam per sesi, TPS Puri 1,35 jam per sesi, TPS Winong 1,57 untuk sesi 1 dan 0,84 untuk sesi 2, serta TPS Pasar Runting 1,22 jam.

- c. Perjalanan yang dilakukan oleh kendaraan jenis *dump truck* pada rute eksisting menghasilkan total jarak tempuh dari 7 rute adalah 172,73 Km dengan 1 ritasi. Selain itu, total penggunaan BBM per hari dalam proses pengangkutan sampah menggunakan kendaraan jenis *dump truck* adalah 21,6 liter. Jika biaya BBM dalam satuan liter dikonversi ke rupiah, dengan harga Pertamina Dex per 1 liter adalah Rp15.100,00 serta perbandingan menggunakan *dump truck* berbeda dengan *arm roll truck*, yang mana *dump truck* lebih boros dalam penggunaan BBM yaitu 1:8 artinya 1 liter Pertamina Dex dapat digunakan untuk menempuh perjalanan sepanjang 8 Km, maka biaya BBM untuk 21,6 liter dikalikan dengan Rp15.100,00 yaitu Rp326.028,00. Apabila dikalikan 1 bulan maka membutuhkan dana sebesar Rp9.780.836,00 per bulan.
- d. Total waktu pengangkutan semua ritasi di atas atau waktu operasi pengangkutan sampah per hari ditambah dengan waktu menunggu pengumpulan sampah pada rute eksisting adalah 18,2 jam. Berdasarkan kondisi eksisting, kendaraan *dump truck* yang digunakan untuk melakukan proses pengangkutan sampah sebanyak 7 unit.
- e. Berdasarkan hasil dari perhitungan, kendaraan yang dibutuhkan untuk proses pengangkutan sampah menggunakan *arm roll truck* adalah 17 unit.

Akan tetapi, kendaraan yang sudah tersedia saat ini masih mampu melayani pengangkutan sampah, jadi tidak perlu adanya penambahan kendaraan pengangkutan sampah.

- f. Perjalanan yang dilakukan oleh kendaraan jenis *arm roll truck* hasil dari VRP menghasilkan total jarak tempuh pada TPS Pasar Sleko sepanjang 148,4 Km, TPS Puri sepanjang 51,6 Km, TPS Winong sepanjang 53,6 Km, dan TPS Pasar Runting sepanjang 33,8 Km. Jadi, total jarak tempuh perjalanan kendaraan jenis *arm roll truck* adalah 287,4 Km. Selain itu, total penggunaan BBM per hari adalah 28,74 liter, maka biaya BBM untuk 28,74 liter dikalikan dengan Rp15.100,00 yaitu Rp433.974,00. Apabila dikalikan 1 bulan maka membutuhkan dana sebesar Rp13.019.220,00 per bulan. Jika dibandingkan dengan kondisi rute eksisting, maka selisih rute eksisting dengan rute usulan yaitu 5,5 Km, sedangkan selisih BBM yang digunakan sebanyak 0,55 liter atau penghematan biaya BBM sebesar Rp249.150,00 per bulan.
- g. Hasil dari VRP mengenai total waktu pengangkutan semua ritasi atau waktu operasi pengangkutan sampah per hari ditambah dengan waktu menunggu pengumpulan sampah yang juga digunakan untuk waktu istirahat petugas adalah 12,02 jam. Berdasarkan kondisi eksisting dan usulan pembagian tugas untuk melakukan pengangkutan sampah, dibagi menjadi 2 sesi waktu pengangkutan yaitu di pagi hari pukul 07.00 WIB – 11.00 WIB dan sore hari pukul 13.00 WIB – 17.00 WIB, dengan pembagian sesi pengambilan pada TPS Pasar Sleko yaitu 4 ritasi di pagi hari dan 4 ritasi di sore hari menggunakan kendaraan 1 dan 2, 2 ritasi di pagi hari dan 2 ritasi di sore hari untuk TPS Puri menggunakan kendaraan 3 dan 4, 2 ritasi di pagi hari dan 1 ritasi di sore hari untuk TPS Winong menggunakan kendaraan 6, serta 1 ritasi untuk TPS Pasar Runting menggunakan kendaraan 7 sehingga kendaraan *arm roll truck* yang digunakan adalah 7 unit. Selain itu, waktu pengangkutan yang digunakan untuk melayani semua TPS pada tiap sesi mengalami pengurangan dibandingkan dengan kondisi eksisting, yaitu untuk TPS Pasar Sleko membutuhkan waktu 2,87 jam per sesi yang lebih hemat 0,4 jam dari eksisting, TPS Puri 1,35 jam per sesi yang masih sama dengan kondisi eksisting karena rute eksisting sudah efektif dan efisien, TPS Winong

1,55 jam untuk sesi 1 yang lebih hemat 0,02 jam dari eksisting dan 0,84 jam untuk sesi 2, serta TPS Pasar Runting 1,18 jam yang lebih hemat 0,04 jam dari eksisting.

- h. Berdasarkan hasil dari perhitungan, kendaraan yang dibutuhkan untuk proses pengangkutan sampah menggunakan *dump truck* adalah 2,15 unit kemudian dibulatkan menjadi 3 unit karena jika menggunakan 2 kendaraan maka volume sampah akan melebihi kapasitas kendaraan. Akan tetapi pada kondisi eksisting, pada proses pengangkutan sampah menggunakan 7 unit kendaraan.
- i. Perjalanan yang dilakukan oleh kendaraan jenis *dump truck* hasil dari VRP menghasilkan total jarak tempuh sepanjang 106,79 Km. Selain itu, total penggunaan BBM per hari adalah 13,3 liter, maka biaya BBM untuk 13,3 liter dikalikan dengan Rp15.100,00 yaitu Rp201.566,00. Apabila dikalikan 1 bulan maka membutuhkan dana sebesar Rp6.046.984,00 per bulan. Jika dibandingkan dengan kondisi rute eksisting, maka selisih rute eksisting dengan rute usulan yaitu 65,94 Km, sedangkan selisih BBM yang digunakan sebanyak 8,3 liter atau penghematan biaya BBM sebesar Rp3.733.853,00 per bulan.
- j. Hasil dari VRP mengenai total waktu pengangkutan semua ritasi pada tabel di atas atau waktu operasi pengangkutan sampah per hari ditambah dengan waktu menunggu pengumpulan sampah yang juga digunakan untuk waktu istirahat petugas adalah 8,4 jam. Berdasarkan usulan, dalam proses pengangkutan sampah menggunakan kendaraan *dump truck* sebanyak 3 unit dari yang sebelumnya yaitu 7 unit. Selain itu, waktu pengangkutan yang digunakan untuk melayani semua titik timbulan di ruas-ruas jalan mengalami pengurangan dibandingkan dengan kondisi eksisting, yaitu lebih hemat 9,8 jam yang dapat dijadikan pedoman untuk menentukan penjadwalan atau waktu pelayanan pengangkutan sampah.
- k. Dalam menentukan penjadwalan proses pengangkutan sampah yaitu dengan mempertimbangkan waktu dan kondisi yang sesuai di sekitar lokasi TPS serta sumber sampah.

3. Berdasarkan analisis permasalahan pada ruas jalan yang terdampak pengangkutan sampah domestik serta dampak penanganannya terhadap kinerja lalu lintas, didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Berdasarkan hasil survei di TPS Pasar Runting, terjadi antrian sepanjang 11 m dan tundaan 8 detik/smp pada saat proses pengangkutan sampah menggunakan *arm roll truck* di TPS Pasar Runting yaitu disebabkan oleh kendaraan yang putar balik untuk mengangkut kontainer. Untuk menangani masalah tersebut, pada saat proses pengangkutan sampah petugas dapat menggunakan gang permukiman yang ada di lokasi tersebut sehingga mengurangi terjadinya antrian dan tundaan.
 - b. Adanya pelanggaran berupa pengangkutan sampah yang melebihi kapasitas kontainer dan tidak adanya penutup sampah seperti jaring ataupun terpal sehingga dapat mengganggu lingkungan maupun pengguna jalan lainnya karena sampah berterbangan serta tercecer di jalan. Dalam pengangkutan sampah diharuskan untuk menutup dengan jaring atau terpal untuk mencegah sampah tercecer, mengurangi bau, dan menghindari pencampuran sampah dengan air hujan yang dapat menyebabkan air lindi mengalir di jalan. Untuk menangani volume sampah yang melebihi kapasitas kendaraan di setiap TPS, maka sisa sampah yang tidak terangkut oleh *arm roll truck*, dapat diangkut oleh *dump truck* yang juga melayani pengangkutan sampah di ruas jalan yang terdapat TPS, dan kapasitas *dump truck* masih mampu menampung sisa sampah yang berada di setiap TPS. Untuk menangani volume sampah yang melebihi kapasitas kendaraan di setiap TPS, maka sisa sampah yang tidak terangkut oleh *arm roll truck*, dapat diangkut oleh *dump truck* yang juga melayani pengangkutan sampah di ruas jalan yang terdapat TPS, dan kapasitas *dump truck* masih mampu menampung sisa sampah yang berada di setiap TPS.
4. Berdasarkan prediksi timbulan sampah dan angkutan sampah di tahun rencana 2028 dengan rata-rata pertumbuhan timbulan sampah sebesar 0,52% yang didapatkan dari data timbulan sampah tahun 2021 sampai dengan tahun 2023. Maka jumlah timbulan sampah pada tahun 2028 adalah 56,202 Ton/Hari. Selain

itu, tidak perlu ada penambahan kendaraan, karena kendaraan yang ada masih mampu melayani proses pengangkutan sampah.

6.2 Saran

1. Perlu adanya sosialisasi mengenai rute dan waktu pelayanan yang baru kepada masyarakat;
2. Perlu adanya himbauan kepada pengemudi dan petugas di TPA, TPS, serta sumber sampah untuk tidak melakukan pelanggaran terkait pengangkutan sampah;
3. Perlu adanya sosialisasi dan himbauan yang lebih masif kepada masyarakat agar tidak membuang sampah di tempat-tempat yang bukan sebagai TPS;
4. Jika adanya pembaruan terhadap lokasi TPA, TPS, dan sumber sampah, maka perlu dilakukan studi optimasi rute angkutan sampah yang baru;
5. Perlu adanya sistem informasi mengenai pengangkutan sampah seperti volume sampah, jumlah armada, waktu pelayanan, rute yang dilalui, dan mekanisme pengelolaan; dan
6. Perlu adanya kajian seperti perubahan waktu pengangkutan dan pengaturan waktu pelayanan seiring dengan bertambahnya volume sampah sampai tahun 2028.