

Analisis Perbandingan Biaya dan Faktor K4L untuk Proses Distribusi BBM Boyolali – Semarang dengan Perpipaan, Truk Tangki dan Kereta Ketel

PT Pertamina (Persero) melalui *Marketing Operation Region* (MOR) IV memiliki rencana untuk membuat jaringan perpipaan untuk mendistribusikan Bahan Bakar Minyak (BBM) dari Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Boyolali ke Semarang (TBBM Pengapon). Banyaknya BBM yang dibutuhkan di TBBM Pengapon sebesar 25.000.000 liter setiap harinya. Ada beberapa alternatif yang dapat digunakan dalam menyalurkan BBM ke TBBM Pengapon, diantaranya adalah menggunakan truk tangki, pipa, dan *Rail Tank Wagon* (RTW). Berikut ini merupakan analisis mengenai metode terbaik dengan mempertimbangkan biaya dan faktor K4L.

1. Distribusi BBM Menggunakan Truk Tangki

Truk tangki merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam mendistribusikan BBM. Alternatif ini memiliki andil besar dalam pendistribusian BBM di seluruh daerah di Indonesia. Truk tangki sering dijadikan sebagai alternatif utama karena dinilai memiliki banyak kelebihan, diantaranya adalah dapat mengangkut BBM dengan jenis yang berbeda-beda, dapat menjangkau daerah yang tidak dapat dijangkau armada lain, dan memiliki daya tampung truk tangki yang berbeda-beda dengan apasitas maksimal yang dapat diangkut oleh truk tangki adalah 40.000 liter, dengan lima kompartemen di dalamnya. Pada kasus pendistribusian BBM dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon, banyaknya BBM yang akan didistribusikan sebesar 25.000.000 liter/hari. Untuk mengetahui efektifitas distribusi menggunakan truk tangki, maka dilakukan perhitungan total biaya dan analisis K4L.

a. Asumsi yang digunakan

Berikut ini merupakan beberapa asumsi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan BBM di TBBM Pengapon sebesar 25.000.000 liter/hari.

- 1) Kapasitas truk tangki = 40.000 liter
- 2) Jam operasional = 24 jam
- 3) Tipe jalan yang dilalui = Jalan Tol dan Jalan Provinsi
- 4) *Loading time* = 20 menit
- 5) *Unloading time* = 20 menit
- 6) Waktu perjalanan = 82 menit
- 7) Maksimum pengiriman/truk = 3

Dengan asumsi yang digunakan di atas, dapat disimpulkan bahwa total waktu yang dibutuhkan truk tangki untuk mendistribusikan BBM ke TBBM Pengapon dan kembali lagi ke TBBM Boyolali adalah 6.45 jam.

Tabel 1 Waktu yang Diperlukan Truk Tangki per Distribusi

No	Aktivitas yang Dipertimbangkan	Waktu (menit)
1	<i>Loading time</i>	20
2	Waktu perjalanan ke TBBM Pengapon	145
3	<i>Unloading time</i>	20
4	Waktu istirahat AMT	60
5	Waktu perjalanan ke TBBM Boyolali	83
Total waktu (menit)		388
Total waktu (jam)		6.45

b. Jumlah armada truk tangki yang dibutuhkan

Berikut merupakan rincian perhitungan jumlah armada yang dibutuhkan untuk mendistribusikan BBM dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon.

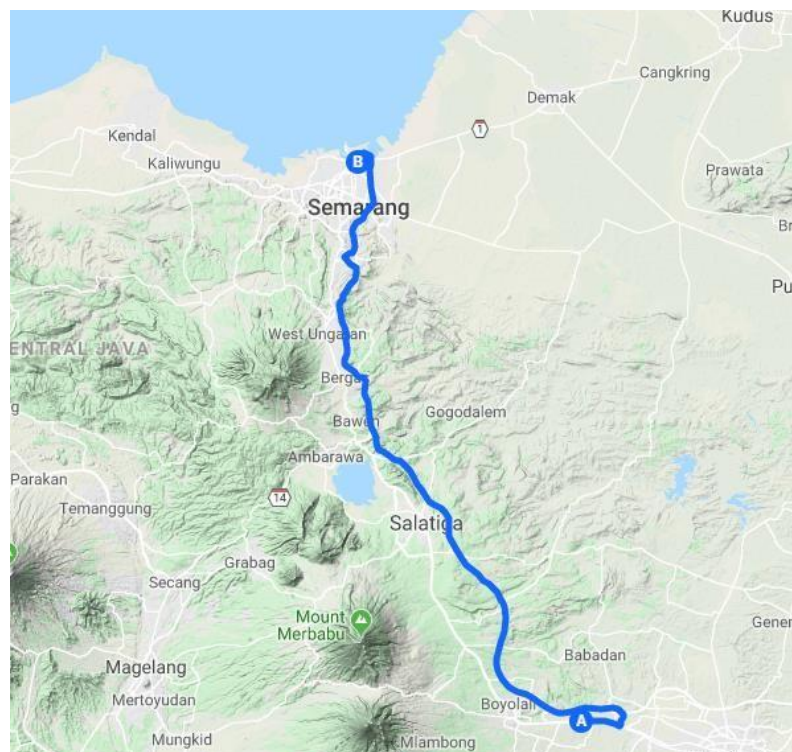
Tabel 2 Rincian Perhitungan Jumlah Truk Tangki yang Dibutuhkan

Permintaan BBM (l)	Kapasitas Truk Tangki (l)	Banyaknya Pengiriman	Waktu Operasional (jam)	Maksimum Pengiriman/truk	Kebutuhan Truk tangki
25000000	40000	625	24	3	209

Dari tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa jumlah armada truk tangki yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan dalam satu hari adalah 209 armada.

c. Rute distribusi truk tangki

Berikut ini merupakan rute distribusi BBM yang harus dilalui oleh truk tangki. Titik A pada gambar 1 merupakan lokasi TBBM Boyolali dan titik B merupakan lokasi TBBM Pengapon. Total perjalanan yang harus ditempuh adalah 97 kilometer, dengan melalui jalan tol.



Gambar 1 Rute Distribusi Menggunakan Truk Tangki

d. Komponen biaya

Bagian ini akan menjelaskan mengenai komponen biaya yang dipertimbakan dalam mendistribusikan BBM dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon menggunakan truk tangki.

1) Biaya BBM *on use*

Dalam menentukan biaya BBM *on use*, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya adalah frekuensi pengiriman untuk setiap truk tangki, banyaknya truk tangki yang dibutuhkan, harga biosolar, dan konsumsi bahan bakar. Truk tangki yang digunakan dalam mendistribusikan BBM memiliki nilai konsumsi bahan bakar sebesar 1:1.5, yang berarti satu liter BBM dapat digunakan untuk 1.5 kilometer. Berikut ini merupakan rincian biaya yang diperhitungkan.

Tabel 3 Rincian Biaya BBM *on Use*

Komponen Biaya	Jenis Biaya	Biaya (Rp.kL.km)	Jarak Perjalanan (km)	Frekuensi Perjalanan/truk	Total Biaya/truk (Rp)	Jumlah Truk Tangki (unit)	Total Biaya/hari (Rp)
BBM <i>on use</i>	<i>Opex</i>	6,533.33	194	3	3,802,400.00	209	794,701,600.00

2) Biaya Tol

Sebagian besar jalur yang digunakan dalam mendistribusikan BBM menggunakan truk tangki adalah jalan Tol, adapun gerbang Tol yang dilalui oleh truk tangki adalah Gerbang Tol Boyolali, Gerbang Tol Banyumanik, Gerbang Tol Tembolong, dan Gerbang Tol Muktiharjo. Sedangkan tipe armada truk tangki yang digunakan masuk ke dalam golongan V. Menutup informasi yang didapat dari Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT), biaya tol akumulasi yang harus dikeluarkan untuk mendistribusikan BBM dari TBBM Boyolali menuju TBBM Pengapon sebesar Rp 123.500 untuk sekali perjalanan. Berikut ini merupakan rincian perhitungan biaya tol yang harus dikeluarkan untuk mendistribusikan 25.000.000 liter BBM.

Tabel 4 Rincian Biaya Tol

Komponen Biaya	Jenis Biaya	Biaya (Rp.kL.km)	Frekuensi Perjalanan/truk	Frekuensi Transaksi Tol	Total Biaya (Rp)	Jumlah Truk Tangki (unit)	Total Biaya/hari (Rp)
Biaya Tol	<i>Opex</i>	150,500	3	6	903,000.00	209	188,727,000

3) Biaya sewa truk tangki dan Anak Mobil Tangki (AMT)

Pada kasus ini, diketahui bahwa biaya sea truk tangki dan Anak Mobil Tangki (AMT) sebesar Rp 627/kL.km. berikut ini merupakan rincian perhitungan biaya sewa untuk kebutuhan pendistribusian BBM dalam sehari

Tabel 5 Rincian Biaya Sewa Truk Tangki dan AMT

Komponen Biaya	Jenis Biaya	Biaya (Rp.kL.km)	Jarak Perjalanan (km)	Frekuensi Perjalanan/truk	Total Biaya/hari (Rp)
Sewa truk tangki dan AMT	<i>Capex</i>	627	194	3	364,914

4) Total biaya investasi dan operasional truk tangki

Berikut ini merupakan total rincian biaya operasional penggunaan mobil tangki dalam periode tertentu.

Tabel 6 Rincian Total Biaya Operasional Truk Tangki

No	Komponen Biaya	Jenis Biaya	Total biaya/hari (Rp)
1	BBM <i>on use</i>	<i>Opex</i>	794.701.600
2	Biaya Tol	<i>Opex</i>	188.727.000.00
3	Biaya sewa truk tangki dan AMT	<i>Capex</i>	364,914.00
	Total Biaya per hari		983,793,514.00
	Total Biaya per tahun		359,084,632,610.00
	Total Biaya per 5 tahun		1,795,423,163,050.00
	Total Biaya per 35 tahun		12,567,962,141,350.00

Tabel di atas merupakan perhitungan biaya yang harus dikeluarkan oleh PT Pertamina jika akan mendistribusikan BBM sejumlah 25.000 kilo liter dari TBBM Boyolalo ke TBBM Pengapon.

Diketahui bahwa biaya yang diperlukan sebesar Rp 359.084.632.610 per hari. Dengan begitu, biaya yang diperlukan untuk pendistribusian BBM selama 5 tahun sebesar Rp 1.795.423.163.050 dan Rp 12.567.962.141.350 untuk pengeluaran selama 35 tahun.

e. Identifikasi Aspek K4L

Berikut ini merupakan identifikasi aspek K4L dari pendistribusian BBM menggunakan truk tangki

1) Kesehatan

Dalam mendistribusikan BBM menggunakan truk tangki, pengendalian truk sangat bergantung dengan AMT yang sedang bekerja. Jam kerja yang tidak jelas dengan kondisi jalanan yang tidak dapat diprediksi akan membuat AMT rentan mengidap penyakit. Ditambah dengan truk merupakan salah satu penyumbang polusi terbesar dibanding moda transportasi lainnya. Secara tidak langsung juga akan mempengaruhi kesehatan AMT

2) Keselamatan

Penggunaan truk tangki memiliki risiko keselamatan kerja terhadap AMT dan kendaraan yang ada di sekitar truk. Truk tangki memiliki kemungkinan untuk mengalami kecelakaan, yang disebabkan oleh faktor internal atau eksternal truk tangki. Beban besar yang dibawa juga dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan jika AMT atau truk tangki mengalami kesalahan.

3) Lingkungan

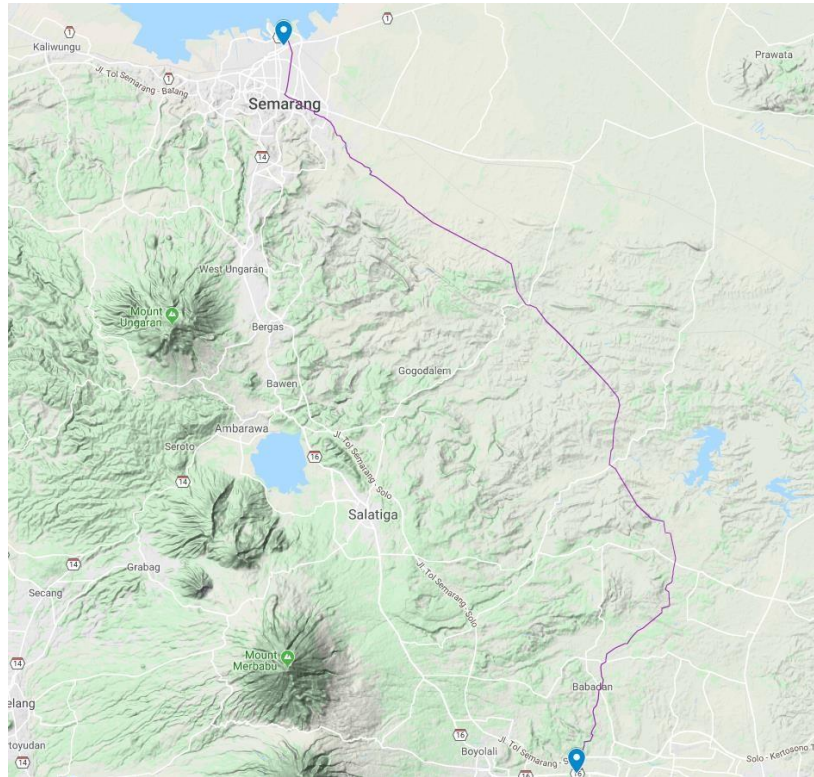
Truk tangki merupakan kendaraan berat yang menghasilkan emisi karbon yang besar. Emisi karbon tersebut tersebar di udara dan dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat yang ada di sekitar rute distribusi BBM. Selain itu, kemungkinan kecelakaan lalu lintas yang ada dapat menimbulkan kebocoran BBM yang biangkrut dan dapat menyebabkan kebakaran.

2. Distribusi BBM Menggunakan Perpipaan

Pendistribusian BBM melalui jaringan pipa merupakan salah satu alternatif dalam mendistribusikan BBM. Jaringan pipa menjadi dipilih karena biaya operasional atau *operational expenditures* dalam jangka waktu yang panjang akan lebih murah dibandingkan moda transportasi lainnya salah satu alasannya adalah karena minim tenaga manusia, selain itu pendistribusian melalui jaringan pipa dapat menyalurkan produk dalam jumlah yang besar dan kontinu, tidak ada batasan dalam mendistribusikan produk dengan menggunakan pipa. Namun biaya investasi yang mahal menjadikan pemilihan pipa sebagai moda pendistribusian BBM harus diiringi dengan perencanaan jaringan pipa yang baik. Berikut faktor faktor dan analisis K4L dalam rangka perencanaan jalur pipa dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon.

a. Rute distribusi menggunakan jaringan perpipaan

Berikut merupakan jalur distribusi BBM menggunakan jaringan pipa dimana pemilihan jalur didasarkan pada tingkat ketinggian dataran serta kepadatan penduduk diatas jaringan pipa yang dibangun dibawah tanah. Jaringan pipa akan memilih rute yang paling jauh dari daerah yang tingkat kepadatannya tinggi dan melalui jalur dengan ketinggian yang cenderung sama.



Gambar 2 Rute Jaringan Perpipaan

b. Komponen biaya

1) Biaya konstruksi jaringan perpipaan

Dalam membuat suatu jaringan perpipaan, diperlukan biaya konstruksi untuk membuat fasilitas utama yang dapat menunjang aktivitas tersebut.

Tabel 7 Rincian Biaya Kontruksi Jaringan Perpipaan

Komponen Biaya	Jenis Biaya	Biaya (Rp/km)	Panjang Pipa (km)	Total Biaya (Rp)
Kontruksi jaringan pipa	Capex	66.459.630.000	88.1	5.855.093.403.000

2) Biaya Perawatan Pipa

Berikut ini merupakan rincian perhitungan biaya perawatan pipa per Tahun. Biaya perawatan yang digunakan dalam kasus ini adalah Rp 1,173,678,236/kilometer pipa yang digunakan dalam pendistribusian BBM.

Tabel 8 Rincian Biaya Perawatan Pipa per Tahun

Komponen Biaya	Jenis Biaya	Biaya (Rp/km)	Panjang Pipa (km)	Total Biaya/tahun
Pemeliharaan rutin	Opex	1,173,678,236.73	88.1	103,401,052,655.91

3) Biaya Distribusi BBM

Berikut merupakan rincian perhitungan biaya distribusi BBM per pengiriman. Jumlah BBM yang harus dikirimkan dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon sebesar 25.000.000 liter dan dengan panjang rangkaian pipa adalah 88,1 km

Tabel 9 Rincian Biaya Distribusi BBM

Komponen Biaya	Jenis Biaya	Biaya (Rp/kL.km)	Panjang Pipa (km)	Volume pengiriman (kL)	Total Biaya/pengiriman
Distribusi BBM	Opex	78.03	88.1	25000	171.861.075

- 4) Total biaya penggunaan jaringan perpipaan
Berikut ini merupakan perhitungan biaya total yang harus dikeluarkan untuk mendistribusikan BBM menggunakan jaringan perpipaan. Total biaya yang dihitung dibagi menjadi beberapa periode.

Tabel 10 Rincian Biaya Penggunaan Jaringan Perpipaan

No	Komponen Biaya	Jenis Biaya	Total Biaya (Rp)
1	Distribusi BBM per hari	Opex	IDR 171,861,075.00
2	Pemeliharaan rutin	Opex	IDR 103,401,052,655.91
3	Konstruksi jaringan pipa	Capex	IDR 5,855,093,403,000.00
Total Biaya Operasi per Tahun			IDR 166,130,345,030.91
Total Biaya Operasi per 5 Tahun			IDR 830,651,725,154.57
Total Biaya Operasi per 10 Tahun			IDR 1,661,303,450,309.13
Total Biaya Operasi per 35 Tahun + Investasi			IDR 10,008,352,028,772.80

- 5) Identifikasi Aspek K4L

Distribusi dengan jaringan pipa masih disebut sebagai pendistribusian yang paling efektif dibandingkan 2 metode lainnya yang sedang dibahas, yakni RTW dan truk tangki karena tidak adanya batasan pengiriman saat melakukan pendistribusian BBM sehingga dapat dilakukan secara kontinu dalam jumlah yang besar. Jaringan perpipaan biasanya dilengkapi dengan sistem sensor dan fungsi lain sebagai pengaman dari jaringan perpipaan. Meskipun sudah dilengkapi dengan pengaman namun resiko terjadinya kecelakaan tetap dapat terjadi, salah satu kecelakaan yang mungkin terjadi adalah kebocoran atau *spill*. Kebocoran dapat disebabkan oleh berbagai macam hal, antara lain reaksi pipa dengan tanah yang membentuk korosi ataupun kebocoran akibat pencurian minyak oleh oknum yang tidak bertanggung jawab ataupun penyebab lain. Jika sudah terjadi kebocoran, selain kerugian dari perusahaan pemilik pipa, kerusakan lingkungan juga menjadi salah satu kerugian yang harus ditanggung perusahaan serta masyarakat umum. Selain itu jika terjadi kebocoran akan menghambat proses distribusi yang berakibat panjang. Selain itu pemindahan dengan sengaja rambu informasi yang akan menyulitkan dan membahayakan sebuah daerah karena hilangnya informasi tentang tingkat bahaya daerah tersebut.

3. Distribusi BBM menggunakan *Rail Tank Wagon* (RTW)

Kereta ketel atau *Rail Tank Wagon*(RTW) adalah salah satu alternatif moda transportasi yang dapat digunakan dalam mendistribusikan bahan bakar minyak(BBM). Kereta ketel unggul dalam waktu kecepatan pengiriman namun dibatasi oleh batasan kapasitas angkut untuk tiap rangkaian kereta dalam mendistribusikan BBM serta ketersediaan infrastruktur berupa jalur kereta yang sudah terbangun untuk menghubungkan antar titik pendistribusian (Hansen & Dursteler, 2017). Dalam hal ini PT Pertamina bekerja sama dengan PT Kereta Api Indonesia(KAI) dalam melakukan pendistribusian BBM menggunakan RTW dimana PT KAI menyediakan lokomotif dan mengizinkan PT Pertamina menggunakan jalur kereta yang sudah ada milik PT KAI. Perjanjian lainnya adalah PT KAI menyediakan sasis dan PT Pertamina menyediakan tangki BBM yang akan dibawa, sehingga bagian perawatan pun menjadi tanggung jawab dari kedua pihak. Dalam pendistribusian BBM menggunakan RTW kapasitas tangki yang digunakan oleh PT Pertamina adalah sebesar 40.000 Ton atau dapat menampung hingga lebih dari 50.000 liter BBM(dengan asumsi massa jenis pertamax=777 Kg/m³). PT Pertamina menyerahkan pembuatan tangki tersebut pada PT Industri Kereta Api(INKA) yang merupakan perusahaan BUMN yang bergerak dibidang manufaktur kereta api, berikut merupakan spesifikasi dan gambar dari tangki yang digunakan oleh PT Pertamina dalam mendistribusikan BBM menggunakan RTW:

Tabel 11 Data Teknis Gerbong Tangki Bahan Bakar

Kapasitas maksimum	40.000 kg / 50.6 m kubik
---------------------------	--------------------------

Kecepatan maksimum	80 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	12.800 mm
Lebar kereta	2.420 mm
Diameter tangki	2.400 mm
Bogie	<i>Barber type</i>
Sistem pengereman	<i>Air brake</i>
Coupler Device	<i>Automatic Coupler</i>



Gambar 3 Gerbong Tangki Bahan Bakar (Gerbong Tangki Bahan Bakar, 2017)

a. Asumsi yang digunakan

Berikut ini merupakan beberapa asumsi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan BBM dengan RTW di TBBM Pengapon sebesar 25.000.000 liter/hari.

- 1) 1 rangkaian kereta berisi 1 lokomotif, 1 tangki kosong, dan 22 tangki yang digunakan untuk mengangkut BBM
- 2) Waktu *loading* dan *unloading* adalah 1 jam
- 3) Kecepatan rata rata kereta adalah 60 km/jam, dengan panjang jalur 126,3 km maka didapatkan waktu pengiriman sebesar 2,1 jam atau 126 menit
- 4) Kapasitas 40.000 ton dapat menampung 51.984 liter minyak dengan asumsi masa jenis bbm(pertamax) sebesar 777kg/m³
- 5) Tangki diganti setiap 15 tahun sekali

Dengan asumsi diatas, maka waktu pengiriman untuk tiap rangkaian RTW dapat diperkirakan sebagai berikut. Waktu yang digunakan dalam mendistribusikan BBM adalah sebesar 206 menit atau 3,4 jam dan waktu hingga RTW kembali ke TBBM Boyolali adalah sebesar 332 menit atau 5,5 Jam.

Tabel 12 Waktu yang Diperlukan RTW per Distribusi

No	Aktivitas yang Dipertimbangkan	Waktu (menit)
1	Waktu pengiriman	126
2	Waktu <i>loading</i>	40
3	Waktu <i>unloading</i>	40
4	Total waktu untuk pengiriman	206
5	Waktu perjalanan kembali ke TBBM Boyolali	126
6	Total waktu hingga RTW kembali ke TBBM Boyolali	332

b. Jumlah rangkaian yang dibutuhkan

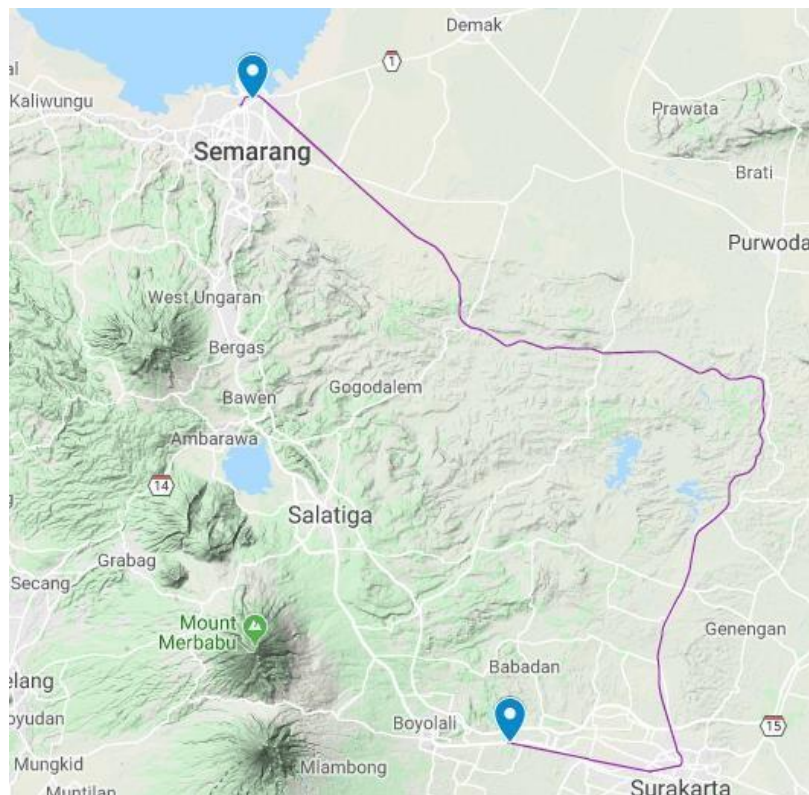
Berikut merupakan perhitungan kebutuhan rangkaian kereta dalam rangka memenuhi kebutuhan harian TBBM Pengapon. Dibutuhkan 4 rangkaian kereta untuk mendistribusikan sejumlah permintaan dari TBBM Pengapon yaitu 25.000 kL

Tabel 13 Rincian Perhitungan Jumlah rangkaian RTW yang Dibutuhkan

Permintaan BBM (l)	Kapasitas 1 tangki (l)	Kapasitas per rangkaian	Kebutuhan rangkaian	Waktu Operasional	Jumlah keberangkatan/hari	Kebutuhan rangkaian RTW
25.000.000	51.984	1.142.856	22	24 jam	6	4

c. Rute distribusi RTW

Berikut merupakan rute distribusi BBM menggunakan RTW dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon (Stasiun Tawang), dalam hal ini penulis mengasumsikan TBBM Pengapon berada dilokasi yang sama dengan stasiun Tawang. Dalam mendistribusikan BBM dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon menggunakan moda transportasi RTW, PT Pertamina harus memiliki kesepakatan dengan PT KAI untuk membangun jalur rel baru sejauh 14,3 km dari TBBM Boyolali ke stasiun terdekat yaitu stasiun Purwosari untuk nantinya dapat didistribusikan melalui jalur kereta yang sudah tersedia dari stasiun Purwosari ke stasiun Tawang sejauh 114 km. Jalur RTW diproyeksikan sejauh 126,3 km.



Gambar 4 Rute Distribusi BBM Menggunakan RTW

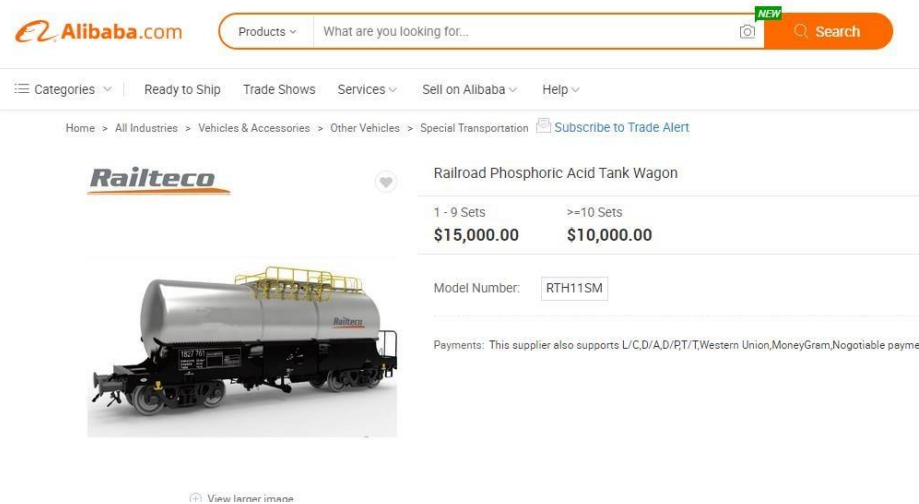
d. Komponen biaya awal

Bagian ini akan menjelaskan mengenai komponen biaya apa saja yang dipertimbangkan dalam mendistribusikan BBM menggunakan RTW dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon (Stasiun Tawang).

1) Biaya Investasi Awal

Biaya investasi awal meliputi pembelian tangki RTW (*rail tank car*) dengan pertimbangan dalam 1 rangkaian berisi 22 tangki BBM dan 1 tangki kosong. Untuk harga sebuah *rail tank wagon* penulis menggunakan pendekatan dengan mencari tangki sejenis dengan kapasitas yang mendekati. Hal ini dikarenakan penulis tidak mendapatkan data biaya tangki yang dihasilkan oleh PT INKA. Bersumber dari situs jual-beli Alibaba hasil yang didapat untuk harga untuk sebuah *rail tank wagon* adalah sebesar \$10.000 atau Rp139.815.500 dengan

konversi 1 dollar ke rupiah adalah sebesar 13.981 per 17 Desember 2019. Dengan asumsi tangki harus diganti setiap 15 tahun, maka dalam 35 tahun diperlukan pergantian sejumlah 2 kali sehingga biaya investasinya adalah sejumlah 3 kali dari biaya investasi awal.



Gambar 5 Referensi Harga Gerbong Tangki BBM

Tabel 14 Rincian Biaya Investasi Awal RTW

Kebutuhan Rangkaian RTW	Jumlah Rangkaian	Jumlah Kebutuhan Gerbong	Harga Gerbong	Totat Biaya Investasi (Rp)
4	23	92	13.981	12.862.520.00

Tabel 15 Rincian Biaya Investasi Awal RTW (lanjutan)

Biaya Investasi (Rp)	Periode Pergantian Tangki	Biaya Investasi dalam 35 Tahun (Rp)
12.862.520.00	15 tahun	38.5887.560.000

2) Biaya distribusi

Biaya distribusi standar untuk RTW yang ditetapkan oleh Pertamina adalah sebesar Rp623 Per kL.KM, dengan panjang jalur 126,3 Km. Dengan kapasitas angkut untuk 1 rangkaian sebesar 1.142 kL, dibutuhkan sejumlah 22 rangkaian untuk memenuhi permintaan dari TBBM Pengapon sebesar 25000 kL. Lalu didapat biaya distribusi untuk pemenuhan kebutuhan perhari dan untuk memenuhi kebutuhan selama 5 tahun.

Tabel 16 Rincian Biaya Distribusi BBM menggunakan RTW

Tarif (Rp/kL.km)	Panjang jalur(km)	Kapasitas Angkut 1 Tangki(L)	Kapasitas Angkut 1 Rangkaian(L)	Total permintaan BBM perhari(L)
623	126.3	51,948	1,142,856	25,000,000

Tabel 17 Rincian Biaya Distribusi BBM menggunakan RTW (lanjutan)

Kebutuhan trip untuk Memenuhi Kebutuhan Harian	Biaya Distribusi untuk 1 Rangkaian	Biaya Distribusi untuk Pemenuhan Permintaan Harian	Biaya Distribusi Selama 5 Tahun
22	Rp 89,925,510,074.40	Rp1,967,122,500	Rp 3,589,998,562,500

3) Total biaya penggunaan RTW

Total biaya yang harus dikeluarkan jika mendistribusikan BBM menggunakan RTW dengan mempertimbangkan biaya investasi dan distribusi adalah sebagai berikut.

Tabel 18 Total biaya RTW

No	Komponen Biaya	Total (Rp)
1	Biaya Distribusi Selama 5 Tahun (<i>Opex</i>)	3,589,998,562,500,000
2	Biaya Distribusi Selama 10 Tahun (<i>Opex</i>)	7,179,997,125,000,000
3	Biaya Investasi selama 35 tahun (<i>Capex</i>)	38,587,560,000
Total Biaya RTW per 5 Tahun		3,590,037,150,060,000
Total Biaya RTW per 10 Tahun		7,180,035,712,560,000
Total Biaya RTW per 35 Tahun		25,130,028,525,060,000

e. Identifikasi aspek K4L

Penggunaan RTW sebagai alternatif moda pendistribusian BBM tidak terlepas dari faktor K4L yang menjadi salah satu pertimbangan dalam memasukan opsi RTW sebagai solusi pendistribusian BBM dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon. Menggunakan RTW sebagai opsi dipercaya dapat mengantarkan BBM dengan lebih cepat, namun karena jalur yang digunakan sama dengan jalur kereta penumpang yakni jalur kereta Solo-Semarang dimana ada daerah-daerah dimana rel yang berlokasi sangat dekat dengan pemukiman ataupun fasilitas publik yang jika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan akan menimbulkan tingkat kerugian yang besar. Meskipun data historis menunjukkan bahwa tingkat kecelakaan RTW lebih rendah dibandingkan truk tangki (10 kecelakaan pertahun dibandingkan dengan RTW sebesar 2,4 kecelakaan pertahun) (Hansen & Dursteler, 2017). Tingkat kewaspadaan harus dijaga untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan dapat terjadi.

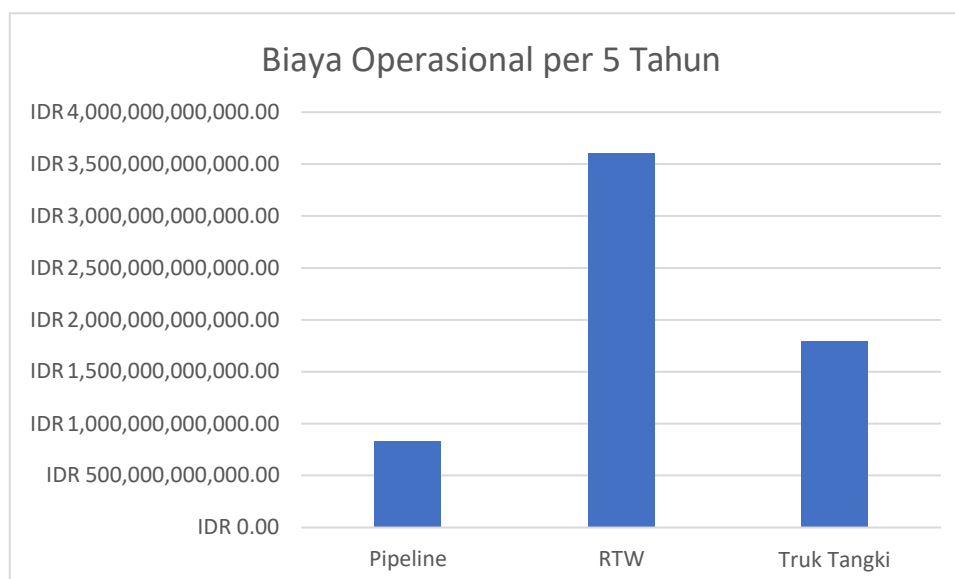
4. Perbandingan Faktor Ekonomis dan Aspek K4L per Masing-masing Metode Distribusi

a. Faktor Biaya

Setelah melakukan perhitungan total biaya yang harus dikeluarkan untuk mendistribusikan BBM dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon, kemudian dilakukan analisis mengenai efektifitas distribusi BBM untuk masing-masing metode distribusi. Berikut ini merupakan rekapitulasi biaya operasional per 5 tahun dari masing-masing metode distribusi BBM.

Tabel 19 Rekapitulasi Biaya Operasional per 5 Tahun

Metode	Total Biaya Operasional per 5 Tahun
Pipeline	IDR 830,651,725,154.57
RTW	IDR 3,607,804,955,370.00
Truk Tangki	IDR 1,795,423,163,050.00



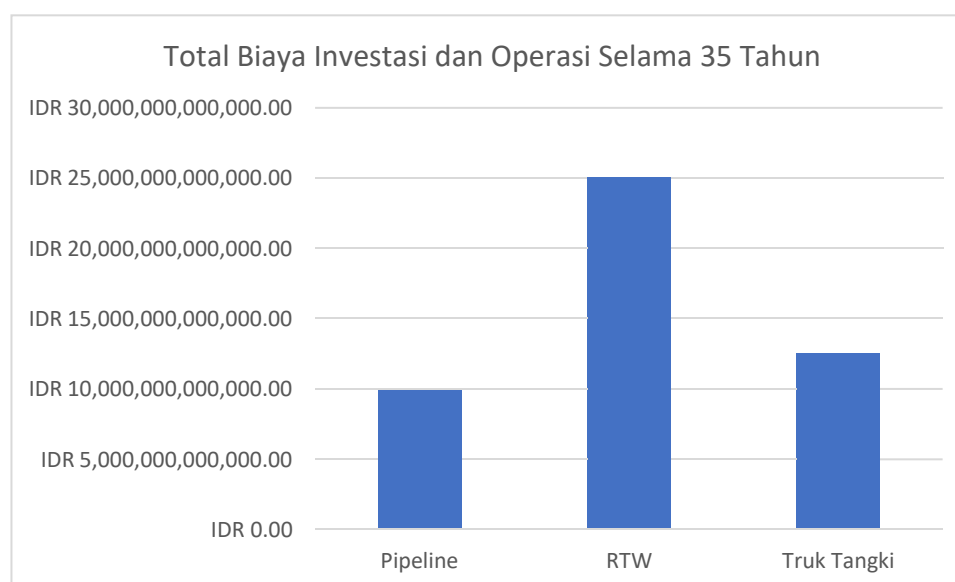
Gambar 6 Rakapitulasi Biaya Operasional per 5 Tahun

Data di atas merupakan data operasional selama 5 tahun dari masing-masing metode. Dari grafik di atas, dapat disimpulkan bahwa total biaya paling rendah untuk mendistribusikan BBM dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon adalah menggunakan jaringan perpipaan.

Sedangkan berikut ini merupakan rekapitulasi biaya operasional selama 35 tahun dan biaya investasi untuk menggunakan masing-masing metode distribusi.

Tabel 20 Rekapitulasi Biaya Investasi dan Operasional selama 35 Tahun

Metode	Total Biaya Investasi dan Operasional 35 tahun (Rp)
Pipeline	IDR 10,008,352,028,772.80
RTW	IDR 25,293,222,247,590.00
Truk Tangki	IDR 12,567,962,141,350.00



Gambar 7 Rekkapitulasi Total Biaya Investasi dan Operasi Selama 35 Tahun

Data gambar di atas, dapat disimpulkan bahwa jaringan perpipaan merupakan metode paling ekonomis dibanding dengan metode distribusi RTW dan truk tangki

b. Aspek K4L

Jika dibandingkan antar ketiga moda pendistribusian diatas jumlah kecelakaan moda transportasi yang paling sering masih diduduki oleh truk tangki. Beberapa kasus terjadi dalam rentang satu tahun salah satunya adalah kasus kecelakaan antara truk tangki dengan bus yang terjadi di Lampung pada 17 September 2019 yang mengakibatkan 8 orang tewas (Assifa, 2019) dan kasus tergulingnya truk tangki yang memuat avtur di Madiun (Harianto, 2019) serta kecelakaan beruntun yang diakibatkan oleh truk tangki yang berhenti mendadak di ruas tol Tanggerang (Velarosdela & Maullana, 2019). Truk tangki pada dasarnya memiliki tingkat resiko kecelakaan yang masih tinggi karena dioperasikan secara penuh oleh manusia yang memiliki tingkat *human error* yang cukup tinggi.

Sedangkan untuk kereta ketel atau RTW tahun ini tidak ada kecelakaan besar, namun dalam tahun ini terdapat berita dimana kereta ketel yang memuat BBM anjlok di Jalur 8 Stasiun Madiun. 1 lokomotif dan 1 gerbong dikabarkan keluar dari jalur, namun kejadian ini tidak menimbulkan korban (Jalil, 2019).

Jaringan pipa biasanya memiliki tingkat kecelakaan yang paling rendah dikarenakan teknologi pengamanannya yang sangat beragam, namun tahun ini terdapat satu kasus terbakarnya pipa PT Pertamina di daerah Cimahi tepatnya di ruas jalan tol Purbaleunyi akibat adanya pekerjaan dari PT Kereta Cepat Indonesia China(KCIC) saat sedang mengerjakan proyek Kereta Cepat Jakarta Bandung yang berakibat menewaskan 1 orang serta kerugian bagi PT Pertamina (Anwar, 2019).

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan mengenai biaya operasional dan biaya investasi untuk metode pendistribusian BBM dari TBBM Boyolali ke TBBM Pengapon, dapat disimpulkan bahwa metode distribusi paling ekonomis adalah menggunakan jaringan perpipaan, dengan biaya operasional per 5 tahunnya sebesar Rp 830.651.725.154.57. Jaringan perpipaan yang bangun untuk mendistribusikan BBM sepanjang 88,1 kilometer. Metode pendistribusian BBM menggunakan jaringan perpipaan juga dinilai memiliki risiko paling kecil, yang ditinjau dari identifikasi aspek K4L. Hal ini didukung dengan pemilihan pemasangan jaringan perpipaan yang menghindari kondisi geografis perbukitan dan menghindari area pemukiman masyarakat.

Referensi

- Anwar, M. C. (2019, Oktober 25). Pipa Pertamina Terbakar, Akhirnya KCIC Minta Maaf. Retrieved from CNBC Indonesia: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20191025082320-4-109998/pipa-pertamina-terbakar-akhirnya-kcic-minta-maaf>
- Assifa, F. (2019, September 17). 8 Orang Tewas dalam Kecelakaan Bus dan Truk Tangki di Lampung. Retrieved from Kompas: <https://regional.kompas.com/read/2019/09/17/07361921/8-orang-tewas-dalam-kecelakaan-bus-dan-truk-tangki-di-lampung?page=all>
- Gerbong Tangki Bahan Bakar. (2017). Retrieved from INKA: <https://www.inka.co.id/product/view/25>
- Hansen, M., & Dursteler, E. (2017). Pipelines, Rail, & Trucks Economic, Environmental, and safety impacts of transporting oil and gas in the US.
- Hariato, S. (2019, Oktober 21). Truk Tangki Muat Avtur Terguling di Hutan Madiun, Sopir dan Kenek Selamat. Retrieved from DetikNews: <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-4754130/truk-tangki-muat-avtur-terguling-di-hutan-madiun-sopir-dan-kenek-selamat>
- Jalil, A. (2019, Agustus 1). Kereta Ketel BBM Anjlok Di Stasiun Madiun, Evakuasi Butuh 4 Jam. Retrieved from Solopos: <https://www.solopos.com/kereta-ketel-bbm-anjlok-di-stasiun-madiun-evakuasi-butuh-4-jam-1009412>
- Railroad Phosphoric Acid Tank Wagon . (n.d.). Retrieved from Alibaba: https://www.alibaba.com/product-detail/Railroad-Phosphoric-Acid-Tank-Wagon_60840250266.html?spm=a2700.details.maylikehoz.3.b04f56795EfwBE
- Velarosdela, R. N., & Maullana, I. (2019, September 20). Kecelakaan Beruntun di Tol Tangerang Terjadi akibat Truk Tangki Berhenti Mendadak. Retrieved from Kompas: <https://megapolitan.kompas.com/read/2019/09/20/17571361/kecelakaan-beruntun-di-tol-tangerang-terjadi-akibat-truk-tangki-berhenti>