

Pengoptimalan Jumlah Penyimpanan untuk Pengiriman Gas dengan Simulasi di PT X

Felita¹, I Gede Agus Widyadana²

Abstract: This research was conducted to analyze the causes of the problems faced by PT X. The company is currently only able to make 46% of the 84 shipments in 2018. This is caused by the accumulation of isotank in the customer's area for a long time. Therefore, the company wants to invest in the addition of permanent storage in consumer areas, simulations are needed to find out the results obtained after the installation of storage. This research was conducted using Promodel simulation software to describe the current situation. The study was conducted in 2 stages, first modeling the initial conditions to obtain a basis for the proposed model, then simulating the proposal and analyzing whether the proposal that was carried out was influential or not. Results of simulation results show that with the addition of permanent storage, the total shipments owned by the company increased to 56% and got its investment capital back after 6.1 years and have present worth value Rp943.839.385.

Keywords: simulation, isotank, storage

Pendahuluan

Menurut Chopra dan Meindl [1], *supply chain* memegang peranan penting dalam kegiatan pengiriman. Rantai pasok adalah keseluruhan bagian yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung untuk memenuhi permintaan pelanggan. PT X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengisian gas di Surabaya. Produk yang dihasilkan adalah gas elpiji yang dikemas ke dalam sebuah tangki yang disebut juga dengan *isotank*. Perusahaan saat ini memiliki 10 buah *isotank* dengan 4 kapasitas yang berbeda yaitu 7 buah dengan kapasitas 11.300 kg, 1 buah dengan kapasitas 10.300 kg, 1 buah dengan kapasitas 10.600 kg dan 1 buah dengan kapasitas 8500 kg.

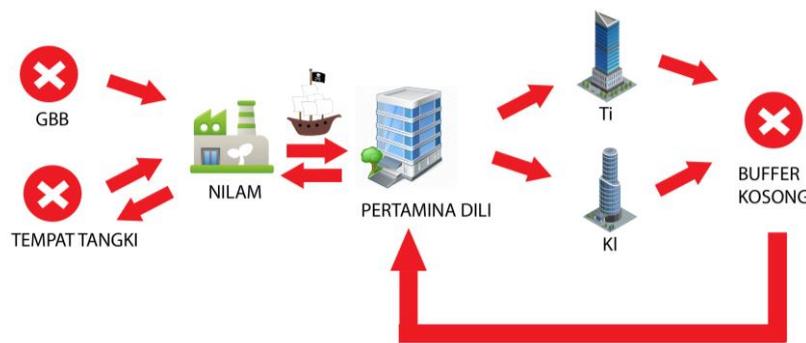
Isotank ini nantinya akan dikirimkan dengan jalur laut, dengan menggunakan kapal angkutan. *Isotank* yang sudah sampai ke tujuan, kemudian di distribusikan ke tempat *customer* untuk digunakan. *Isotank* tersebut akan diangkut kembali ketika *customer* sudah menggunakan keseluruhan isi *isotank* dengan menggunakan kapal laut untuk selanjutnya dilakukan pengisian kembali. Gambaran dari kondisi saat ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa PT X memiliki kesulitan dalam pemenuhan pesannya. Perusahaan diharapkan dapat meningkatkan jumlah pengiriman setiap bulannya, namun dalam realitanya perusahaan hanya mampu mengirimkan 2 hingga 5 *isotank* setiap bulannya. Jumlah pengiriman ini masih belum bisa memenuhi target permintaan dari wilayah tersebut. Hal ini memunculkan dugaan bahwa terjadi permasalahan pada proses pengiriman. Dugaan awal perusahaan adalah terjadinya penumpukan pada proses pendistribusian gas di daerah *customer*. *Isotank* yang sudah sampai di tempat *customer* akan diparkirkan dan digunakan hingga isi *isotank* habis. Hal ini terlihat dari data pemakaian *isotank* di wilayah *customer* yang menghabiskan banyak waktu. Data pemakaian *isotank* pada bulan Januari 2019 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Pemakaian Bulan Januari 2019

Jan-19	Berangkat (Nomor & Tgl)	Customer (Tgl. Diterima)	Empty
1	25-Jan-19	TI 08-Feb-19	26-Feb-19
2	25-Jan-19	KL 12 FEB 2019	28-Apr-19
3	25-Jan-19	KL 12 FEB 2019	13 MARET 2019

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: felitalim1928@gmail.com, gede@petra.ac.id



Gambar 1 Gambaran Kondisi Awal

Permasalahan yang muncul adalah *isotank* yang digunakan oleh pelanggan tersebut, menghabiskan waktu yang terlalu lama di lokasi tersebut dan juga terdapat *isotank* yang berada dalam perjalanan di kapal yang menghabiskan waktu yang sehari-hari pula, sehingga *isotank* yang tersedia untuk pengiriman selanjutnya sedikit. Hal ini terlihat dari lama *isotank* berada di lokasi pelanggan mencapai 1 bulan lebih. Hal ini dipengaruhi oleh 2 hal yaitu transportasi pengiriman dari *isotank* dan lama konsumsi dari lokasi untuk menghabiskan 1 *isotank*. Menurut Bowersox *et al.* [2], transportasi memiliki peranan yang sangat penting dalam sistem pengiriman, namun dalam kasus ini transportasi yang dimiliki oleh perusahaan tidak dapat dikendalikan karena bergantung pada musim.

Perusahaan juga memiliki rencana untuk melakukan pembelian *storage* permanen, apabila terdapat penumpukan di wilayah pelanggan. Performansi dari *storage* permanen ini perlu diuji menggunakan simulasi. Simulasi merupakan sekumpulan metode dan aplikasi yang digunakan untuk menggambarkan kondisi dari suatu sistem nyata yang dapat dilakukan dengan pemrograman komputer (Suryani [3]).

Manfaat dari simulasi adalah metode ini dapat memecahkan masalah yang sulit diselesaikan dengan model matematis. Simulasi dari sistem ini akan dilakukan dengan menggunakan *software Promodel*. *Promodel* merupakan sebuah perangkat lunak komputer yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi model dari sistem (Law [4]). Model yang dihasilkan adalah berupa gambar yang dibuat dengan metode *programming*. Biaya yang diperlukan untuk menambah satu buah *storage* juga cukup besar, sehingga perlu dianalisa apakah perusahaan perlu melakukan penambahan *isotank* atau tidak.

Metode Penelitian

Penelitian ini melewati beberapa tahap-tahap, pada bab ini akan dibahas bagaimana tahap yang dilakukan untuk melakukan penelitian ini. Tahap dari penelitian ini diawali dengan melakukan identifikasi permasalahan.

Identifikasi Permasalahan

Tahap pertama ini dilakukan dengan cara melakukan wawancara dengan pihak perusahaan. Tahap ini diawali dengan penjelasan proses dari awal yaitu pengiriman *isotank* dari Surabaya hingga proses akhir yaitu pengembalian *isotank*. Data awal yang akan dianalisis adalah durasi pengiriman dari awal keberangkatan hingga *isotank* sampai di Surabaya. Data lain yang dianalisis adalah permintaan bulanan yang harus dikirimkan dan jumlah pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan.

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan setelah melakukan identifikasi permasalahan yang terkait. Literatur yang dipelajari adalah *supply chain* dan simulasi. Literatur *supply chain* dipelajari untuk mengetahui lebih jauh mengenai proses distribusi barang dan cara manajemen rantai pasok, sedangkan literatur simulasi dipelajari untuk mengetahui bagaimana cara memodelkan suatu sistem dan menjalankan simulasi dari sistem yang sudah dimodelkan. Literatur lainnya yang akan dipelajari adalah literatur mengenai perhitungan analisis investasi, untuk menghitung apakah investasi perusahaan layak atau tidak.

Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengambil data pengiriman masa lalu yang dilakukan perusahaan. Data pengiriman ini terdiri dari waktu pengisian, waktu perjalanan menuju pelabuhan,

waktu perjalanan menuju lokasi dan waktu *isotank* berada di lokasi. Data ini selanjutnya akan dilakukan uji independensi dan uji identik.

Uji Independensi dan Uji Identik

Data yang telah didapatkan perlu dilakukan uji independensi. Menurut Harrel, *et al.* [5], uji independensi dilakukan untuk mengetahui apakah suatu data dengan data yang lain saling berhubungan atau tidak. Data yang baik adalah data yang independen dimana setiap data tidak saling mempengaruhi satu sama lain, sehingga memenuhi kenyataan dimana data yang muncul adalah stokastik yang sifatnya random. Uji independensi dilakukan dengan melakukan uji autokorelasi dengan software *Minitab*. Data tersebut akan dikatakan independen apabila tidak ada garis lag yang melebihi garis *error*. Data yang telah diambil perlu dilakukan pengujian identik. Menurut Harrel *et al.* [5], uji identik ini dilakukan untuk mengetahui apakah kelompok data yang diambil pada hari yang berbeda memiliki variasi yang seragam dan identik satu dengan yang lainnya. Uji identik dilakukan dengan menggunakan tools *test for equal variance* dengan bantuan software *Minitab*.

Menentukan Distribusi Data

Data yang sudah lolos uji independensi dan uji identik, selanjutnya ditentukan distribusinya. Menurut Harrel *et al.* [5], distribusi awalnya diduga dengan membuat grafik *histogram*. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian distribusi data dari dugaan dengan bantuan fitur *Stat Fit* pada software *ProModel* (Harrel *et al.* [5]). Langkah ini dilakukan untuk mengetahui distribusi dari data yang telah diambil, sehingga data dapat dianalisis dengan tepat.

Memodelkan Sistem Awal

Data yang sudah lolos pengujian, kemudian dibuat model dari sistem yang diteliti. Pembuatan model awal dilakukan dengan menggambarkan keseluruhan lokasi yang tersedia pada sistem dan memasukkan seluruh entitas yang diperlukan oleh sistem. Data yang telah diuji distribusinya kemudian dimasukkan ke dalam model sesuai dengan parameternya.

Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan dengan memastikan bahwa model yang telah dibuat telah sesuai dengan logika berpikir. Menurut Harrel *et al.* [5], verifikasi dilakukan dengan melakukan percobaan *trial and error* pada model yang dibuat dan diperiksa hasilnya

apakah sudah masuk akal. Model ini dikatakan sudah terverifikasi apabila sudah sesuai dengan logika berpikir. Model yang tidak terverifikasi harus dilakukan pembuatan model kembali.

Validasi Model

Validasi dilakukan dengan mencocokkan model yang telah dibuat dengan kondisi kenyataan. Pengujian replikasi perlu dilakukan pada tahap ini, sehingga data yang dihasilkan benar-benar valid dan dapat mewakili kondisi sistem yang ada (Harrel *et al.* [5]). Data yang tidak lolos uji validitas harus dilakukan pengambilan data ulang. Uji validasi dapat dilakukan dengan melihat *confidence interval* dari hasil yang tertera pada *output viewer* pada *Promodel* (Harrel *et al.* [5]).

Analisis Model Awal

Model awal yang telah selesai dibuat selanjutnya dilakukan analisis. Analisis yang dilakukan adalah dengan menghitung rata-rata jumlah *isotank* yang berada di lokasi dan juga maksimum jumlah *isotank* sehingga dapat diketahui berapa besar kapasitas dari *storage* yang akan ditambahkan. Analisis yang dilakukan juga berupa berapa lama *isotank* mengantri di lokasi. Hal ini dapat menjadi dasar bagi pembuatan model perbaikan.

Pembuatan Model Usulan

Pembuatan model usulan dilakukan dengan berdasarkan analisis yang dilakukan pada model awal. Model usulan ini berdasarkan rata-rata dari *isotank* yang berada di lokasi *customer* dan akan dibandingkan berapa banyak *storage* permanen yang diperlukan oleh customer untuk melakukan aktivitas pengirimannya. Model usulan ini nantinya akan dianalisis apakah layak untuk dilakukan atau tidak.

Verifikasi Model Usulan

Verifikasi model dilakukan dengan memastikan bahwa model yang telah dibuat telah sesuai dengan logika berpikir. Menurut Harrel *et al.* [5], verifikasi dilakukan dengan melakukan percobaan *trial and error* pada model yang dibuat dan diperiksa hasilnya apakah sudah masuk akal. Model ini dikatakan sudah terverifikasi apabila sudah sesuai dengan logika berpikir. Model yang tidak terverifikasi harus dilakukan pembuatan model kembali.

Perbandingan Model Awal dan Usulan

Model awal dan model usulan yang telah dibuat selanjutnya dianalisis perbandingan hasilnya. Hasil yang dibandingkan adalah berapa banyak

pengiriman yang dapat dilakukan setelah adanya *storage* permanen, yang nantinya akan membandingkan hasil keuntungan yang didapatkan setelah mengoperasikan *storage* tersebut. Perbandingan hasil ini nantinya akan dijadikan dasar bagi perusahaan untuk melakukan pergantian strategi atau tidak. Hasil perbandingan nantinya juga akan dianalisis biaya yang diperlukan untuk melakukan realisasi usulan sehingga perusahaan dapat mempersiapkan diri untuk melakukan strategi yang baru. Kelayakan investasi juga akan dianalisis apakah investasi dari penambahan *storage* dapat dilakukan atau tidak, dan juga analisis *payback period* untuk mengetahui periode pengembalian modal (Blank dan Tarquin [6]).

Penarikan Kesimpulan

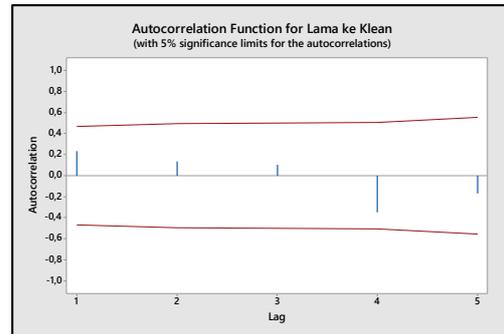
Langkah terakhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Tahap ini menjelaskan apakah model awal dari perusahaan sudah optimal atau belum untuk dijalankan operasinya dan apakah model usulan yang diberikan lebih baik dari kondisi awal perusahaan. Kesimpulan yang ditarik adalah apa saja yang harus dilakukan oleh perusahaan dalam memperbaiki sistemnya dan kebutuhan yang harus dipenuhi dalam melakukan perbaikan tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data histori pengiriman dari perusahaan. Data yang telah dikumpulkan adalah data waktu pengisian yaitu selama 2 jam, data waktu perjalanan dari pelabuhan Surabaya menuju pelabuhan TL, data waktu perjalanan dari pelabuhan TL menuju daerah Ti dan Kl, dan waktu lama *isotank* berada di lokasi *customer*. Data-data tersebut selanjutnya dilakukan uji independensi, hasil uji independensi dapat dilihat pada Gambar 2.

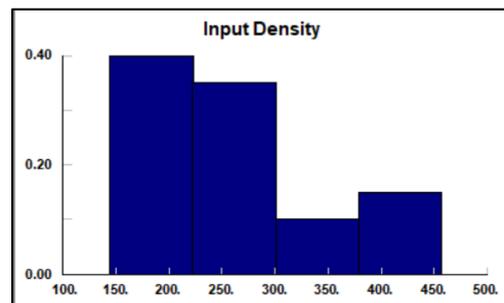
Uji independensi dilakukan dengan menggunakan uji *autocorrelation* (Harrel et al. [5]) pada *software Minitab*. Gambar 2 menunjukkan bahwa data lama perjalanan dari pelabuhan TL ke Kl sudah independen. Hal ini terlihat dari tidak adanya garis *lag* yang melebihi garis *error*. Data dilakukan uji independensi selanjutnya akan dibuat ke dalam *histogram* yang sudah untuk diduga distribusi dari data. *Histogram* dari data lama perjalanan dari Pelabuhan TL ke Kl dapat dilihat pada Gambar 3. Distribusi yang diduga adalah *lognormal* dan *exponential*. Dugaan ini perlu dilakukan pengujian apakah

distribusi yang diduga sudah mampu mewakili data atau tidak.



Gambar 2. Uji Independensi Lama Perjalanan ke Kl

Sistem yang ada dapat memiliki kondisi yang bermacam-macam sehingga perlu dilakukan uji distribusi. Pengujian distribusi dibantu dengan fitur *Stat-Fit* pada *Promodel* (Harrel et al. [5]). Uji distribusi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Histogram Lama Perjalanan ke Kl

Data yang sudah diduga distribusinya kemudian dilakukan uji *Goodness of Fit Test*. Hasil pengujian menghasilkan *p-value* sebesar 0.317. Hasil uji distribusi pada data lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Distribusi

Data	Distribusi
Waktu Perjalanan	<i>User Distributions</i>
Waktu Lama Perjalanan ke Grasia	<i>Lognormal</i>
Waktu Lama Perjalanan ke Clean Gas	<i>Lognormal</i>
Waktu <i>Empty</i> Grasia	<i>Lognormal</i>
Waktu <i>Empty</i> Clean Gas	<i>Exponential</i>

Tabel 2 menunjukkan hasil distribusi waktu yang telah diuji dengan menggunakan fitur *stat fit* pada *Promodel*. Hasil uji distribusi terhadap data waktu perjalanan menunjukkan bahwa, data waktu perjalanan tidak dapat diwakilkan dengan distribusi apapun, sehingga perlu dibuat ke dalam sebuah distribusi sendiri dengan menggunakan fitur *user distributions* (Harrel et al. [5]). Hasil pengujian untuk waktu lainnya

menunjukkan bahwa waktu dapat diwakilkan dengan distribusi *lognormal* dan distribusi waktu penghabisan gas di Kl adalah *exponential*.

Model Awal

Proses berawal dari datangnya *isotank* yang diisi gas selama 2 jam di lokasi Nilam. Tangki yang sudah terisi kemudian akan menunggu jadwal kapal dan akan dikirimkan dengan menggunakan kapal ke Pelabuhan TL. *Isotank* yang telah sampai ke Pelabuhan TL, kemudian didistribusikan ke 2 daerah *customer* yaitu Ti dan Kl. *Isotank* yang telah dihabiskan isinya pada lokasi *customer* kemudian akan ditarik kembali menuju Pelabuhan TL.

Uji Verifikasi Model Awal

Uji verifikasi dilakukan dengan melakukan pengurangan dan penambahan jam untuk melihat apakah terlihat ada perbedaan pada hasil. Uji verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah model yang sudah dibuat sudah mampu memenuhi logika berpikir atau tidak. Hasil uji verifikasi yang dibandingkan adalah perbedaan jumlah *shipment* saat dikurangkan dan ditambahkan waktu prosesnya. Hasil uji verifikasi dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil uji verifikasi dari jumlah *shipment* yang dapat dilihat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa model sudah terverifikasi.

Tabel 3. Uji Verifikasi Model Awal

	(-) 700 jam	Normal	(+) 700 jam
Jumlah Shipment	41 isotank	34 isotank	24 isotank

Model dilakukan pengujian dengan melakukan pengurangan dan penambahan waktu proses *isotank* di lokasi. Hasil yang didapatkan bahwa pengurangan waktu dapat menambah jumlah *shipment*, dan penambahan waktu dapat mengurangi jumlah *shipment*. Hal ini menunjukkan bahwa logika dari model sudah benar.

Uji Validasi Model Awal

Uji validasi dilakukan untuk menyesuaikan apakah hasil simulasi sesuai atau tidak dengan kondisi kenyataan. Sebelum dilakukan uji validasi, perlu dilakukan uji replikasi terlebih dahulu. Uji replikasi dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) (Harrel et al. [5]).

$$n' = \left(\frac{s \cdot t}{k \cdot \bar{x}}\right)^2 \tag{1}$$

Keterangan
s = standar deviasi data
t = nilai tabel t
k = derajat ketelitian
 \bar{x} = rata-rata data

Uji replikasi pada model awal dilakukan dengan menggunakan replikasi sebanyak 30 kali. Jumlah replikasi ini nantinya akan di masukkan ke dalam *Promodel* dan akan dijalankan sebanyak 30 kali replikasi. Hasil uji replikasi dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil uji replikasi yang telah dilakukan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa model telah memenuhi jumlah replikasi yang sesuai yaitu 30.

Tabel 4. Hasil Uji Replikasi Model Awal

	Hasil
std dev	3,23
mean	37,8
t	2,04523
k	0,05
n	30
n'	12,21703

Hal ini ditunjukkan dari jumlah *n'* yang berjumlah 12,21. Hasil ini menunjukkan bahwa model sudah memenuhi jumlah replikasi karena *n' < n* (Harrel et al. [5]). Langkah selanjutnya adalah melakukan uji validasi. Uji validasi dilakukan dengan mencocokkan jumlah *shipment* yang dilakukan oleh perusahaan dengan hasil simulasi. Jumlah *shipment* yang dilakukan oleh perusahaan adalah sebesar 39 *isotank* dalam 1 tahun. Hasil ini didapatkan dari jumlah *shipment* perusahaan tahun 2018. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *confidence interval* dengan alfa 95% sebesar 36.59 dan 39.01. Jumlah pengiriman tahun 2018 sudah termasuk ke dalam *confidence interval* yang membuktikan bahwa model simulasi yang telah dibuat sudah dapat mewakili kondisi kenyataan.

Analisis Model Awal

Hasil dari simulasi model awal menunjukkan bahwa terdapat 37.8 *shipment* yang terjadi dalam 1 tahun, dengan distribusi sebesar 15.43 *isotank* ke Kl dan 22.37 *isotank* ke Ti. *Isotank* yang menunggu di lokasi Ti sebanyak 1.98 *isotank* dan di Kl sebanyak 2.07 *isotank*. Maximum *isotank* yang menunggu di lokasi Ti sebanyak 4.37 *isotank* dan di Kl sebanyak 3.97 *isotank*. Rata-rata waktu *isotank* berada di lokasi

dari saat menunggu antri hingga dilakukan proses *discharge* adalah sebesar 29.5 hari di Ti dan 47 hari di Kl. Hasil simulasi model awal tersebut menunjukkan bahwa perusahaan memang perlu melakukan penambahan *storage* permanen di wilayah *customer* untuk melancarkan *flow* pengiriman dari *isotank*. Penambahan *storage* permanen disarankan menggunakan *isotank* yang memiliki kapasitas yang cukup untuk menampung untuk lokasi Ti 1 hingga 2 *isotank* dan untuk lokasi Kl 2 hingga 3 *isotank*. Pengoperasian *storage* permanen ini masih memerlukan simulasi untuk memastikan bahwa solusi yang diberikan benar-benar mampu mengatasi permasalahan.

Model Usulan

Model usulan dibuat dengan melakukan penambahan *storage* permanen masing-masing 1 buah *storage* pada daerah *customer*. Sistem yang digunakan oleh model usulan ini, masih sama dengan model awal, yaitu ketika tersedia *isotank* langsung dikirimkan, perbedaannya adalah adanya penambahan *storage* permanen pada lokasi *customer*, sehingga *isotank* yang datang langsung diisikan ke dalam *storage*, dan *isotank* dapat langsung kembali ke Surabaya.

Uji Verifikasi Model Usulan

Uji verifikasi dilakukan untuk memastikan apakah model usulan yang sudah dibuat sudah dapat memenuhi logika. Uji verifikasi dilakukan dengan melakukan pengurangan dan penambahan jam proses pada lokasi untuk melihat apakah ada perbedaan pada hasil jumlah *shipment*. Hasil uji verifikasi jumlah *shipment* dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil uji verifikasi dari jumlah *shipment* yang dapat dilihat pada Tabel 5 menunjukkan bahwa model sudah terverifikasi. Model dilakukan pengujian dengan melakukan pengurangan dan pertambahan waktu proses *isotank* di lokasi.

Tabel 5. Uji Verifikasi Model Usulan

	(-) 700 jam	Normal	(+) 700 jam
Jumlah	55	38 isotank	29
Shipment	isotank		isotank

Hasil yang didapatkan bahwa pengurangan waktu dapat menambah jumlah *shipment*, dan pertambahan waktu dapat mengurangi jumlah *shipment*. Hal ini menunjukkan bahwa logika dari model sudah benar.

Analisis Hasil Model Usulan

Simulasi model usulan dilakukan dengan melakukan penambahan *storage* permanen pada wilayah *customer*. *Storage* permanen yang ditambahkan adalah sebesar 1 buah dengan kapasitas yang berbeda. *Storage* yang dipasangkan nantinya akan dibandingkan jumlah pengiriman yang dilakukan dengan kapasitas 1 atau 2 di lokasi Ti dan kapasitas 2 atau 3 isotank di lokasi Kl. Perbandingan dapat dilihat pada Tabel 6. Perbandingan ini ditujukan untuk mendukung kemungkinan perusahaan untuk mempertahankan jumlah pengirimannya saat ini yaitu 37.8 *shipment* dalam 1 tahun. Kemungkinan perusahaan ini nantinya akan diuji, apakah dengan jumlah pengiriman yang sama, perusahaan mampu melakukan efisiensi jumlah *isotank* untuk dikirimkan dengan adanya penambahan *storage* permanen.

Tabel 6 menunjukkan perbandingan antar kemungkinan kapasitas yang perlu ditinjau kembali apakah efektif untuk menyelesaikan permasalahan atau tidak. Tabel 6 tersebut menunjukkan bahwa dengan menambahkan *storage* permanen sebesar 3 di daerah Ti dan 3 di daerah Kl dan dengan menggunakan 10 *isotank* menghasilkan *shipment* sebesar 47.55 *isotank* dengan total kejadian *shortage* sebanyak 2.69 dalam 1 tahun dan total antri sebanyak 2.85 *isotank* dalam 1 tahunnya.

Hasil yang dipilih oleh perusahaan adalah menggunakan *storage* permanen dengan masing-masing kapasitas 3 *isotank* pada setiap lokasi. Hasil yang dipilih dapat melakukan 37.14 *shipment* dengan 7 *isotank* saja yang dapat melakukan pengiriman yang dapat dilakukan dengan kondisi tanpa *storage* yaitu 37.8 *shipment*. Hasil ini terlihat dari hasil pengujian 2 *sample t test* dari perbandingan antara model pengiriman tanpa *storage* dan dengan *storage* menghasilkan *p-value* sebesar 0.439, yang berarti bahwa data tidak berbeda secara signifikan. Persamaan hasil ini membuktikan bahwa dengan adanya penambahan *storage* permanen, dapat membuat perusahaan beroperasi dengan 7 *isotank* dengan tetap mempertahankan kondisi *shipment*. Hal ini perlu dipertimbangkan oleh perusahaan dalam memulai investasinya.

Model usulan ini juga dapat menambah persentase pemenuhan permintaan yang ditetapkan oleh TL dari kondisi tanpa *storage* yaitu 46% dari *purchase order* bulanan menjadi

Tabel 6 Hasil Perbandingan Jumlah *Storage*

#Storage Ti (isotank)	#Storage KI (isotank)	#Isotank	#Shipment (isotank/tahun)	Total Shortage (kejadian/tahun)	Total Antri (isotank/tahun)
2	3	4	21,62	6,79	0,39
		5	27,66	5,98	0,7
		6	31,03	4,31	1,07
		7	35,14	4,48	1,7
		8	36,86	3,24	2,5
		9	40,52	2,48	3,1
		10	42,21	2,76	3,87
3	3	4	23,55	6,62	0,17
		5	29,07	6,69	0,22
		6	34	5,59	0,47
		7	37,14	4,52	1,05
		8	42,76	4,69	1,34
		9	46,48	3,76	1,94
		10	47,55	2,69	2,85

kondisi dengan storage 56% dari *purchase order* tahunan dengan menggunakan 10 isotank. Hasil dari model usulan ini perlu diuji apakah memang ada pengaruh antara pemasangan *storage* permanen dan tanpa *storage*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *2-sample t test* dengan menggunakan *confidence interval* sebesar 95% dan alfa 5%. Hasil pengujian yang didapatkan adalah *P-value* sebesar 0.000 yang berarti model usulan telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sistem.

Analisis Kelayakan Investasi

Investasi *storage* permanen pada masing-masing wilayah membutuhkan biaya yang cukup besar. Investasi ini perlu dilakukan analisis apakah layak untuk diinvestasikan atau tidak. Analisis juga meliputi kapan perusahaan mengalami keuntungan atau yang disebut dengan *payback period*. Analisis investasi ini menggunakan suku bunga bank yaitu sebesar 7% dan akan diuji untuk 20 tahun ke depan dengan asumsi bahwa jumlah *shipment* setiap tahunnya sama. Jumlah *shipment* per tahun yang digunakan adalah 47 *isotank*, hasil ini didapatkan dari simulasi sistem yang telah dibuat. Hasil keuntungan dan biaya yang perlu dikeluarkan dapat dilihat dari neraca *cashflow* yang dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan bahwa biaya

yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam melakukan investasi *storage* adalah sebesar Rp1.200.000.000.

Biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan *maintenance storage* permanen adalah sebesar Rp5.000.000 setiap 3 tahunnya. Pendapatan yang didapatkan oleh perusahaan setiap tahunnya adalah sebesar Rp203.840.000. Hasil ini perlu dilakukan perhitungan *present worth* untuk mengetahui apakah investasi yang dilakukan oleh perusahaan layak atau tidak. Perhitungan *present worth* dilakukan dengan menggunakan persamaan (2) dan persamaan (3) (Blank dan Tarquin [6]). Perhitungan *payback period* juga diperlukan untuk mengetahui berapa lama perusahaan akan mendapatkan modalnya kembali. Perhitungan *payback period* dilakukan dengan menggunakan persamaan (4) (Blank dan Tarquin [6]).

$$P = F \left(\frac{P}{F}, i\%, n \right) \tag{2}$$

$$PW = A \left(\frac{P}{A}, i\%, n \right) \tag{3}$$

$$0 = -P + \sum_{t=1}^{t=n} NCF_t \tag{4}$$

Keterangan:

P = Nilai *present*

F = Nilai masa depan

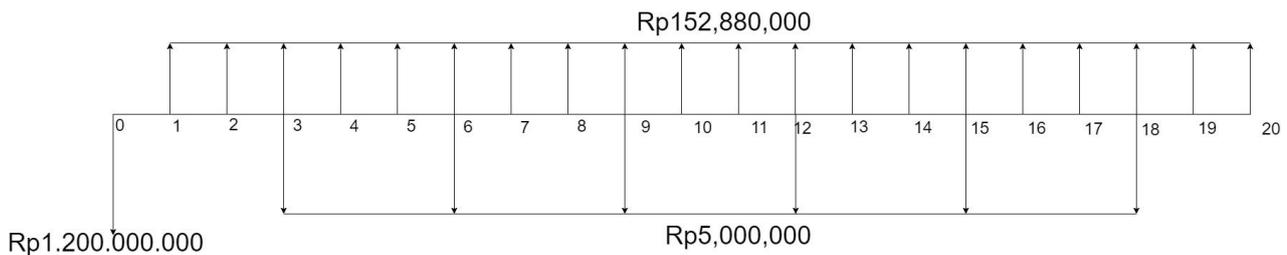
i% = bunga

A = Nilai *annual*

NCF = nilai arus uang kas masuk – nilai uang kas keluar

n = periode investasi

Hasil perhitungan *present worth* menunjukkan bahwa nilai investasi saat ini yang dimiliki oleh investasi *storage* permanen ini adalah sebesar Rp943.839.385.



Gambar 5 Neraca Cashflow

Hal ini menunjukkan bahwa investasi *storage* permanen ini layak karena nilai dari *present worth* ≥ 0 (Blank dan Tarquin [6]). Perusahaan akan mendapatkan keuntungan dari tahun ke 6 hingga seterusnya dengan asumsi bahwa *shipment* yang dilakukan oleh perusahaan sama yaitu 47 *shipment*. Hasil ini didapatkan dari hasil simulasi model penambahan *storage*.

Simpulan

Kondisi aktivitas distribusi gas dari perusahaan saat ini dipengaruhi oleh 2 hal yaitu aktivitas pelayaran atau jadwal kapal dan juga pemakaian *isotank* pada wilayah *customer*. Perusahaan saat ini hanya mampu melakukan 46 persen pengiriman dalam 1 tahunnya. Perusahaan menduga adanya penumpukan *isotank* di wilayah *customer* untuk waktu yang lama. Hasil simulasi model menunjukkan bahwa rata-rata penumpukan di wilayah *customer* Ti sebesar 1.98 *isotank* dan di Kl sebesar 2.07 *isotank* dengan maksimal *isotank* yang menunggu di wilayah Ti sebesar 4.37 *isotank* dan di Kl sebesar 3.97 *isotank*. Rata-rata waktu menunggu isotank di wilayah Ti adalah sebesar 29 hari dan Kl sebesar 47 hari. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu melakukan penambahan *storage* permanen untuk memperlancar *flow* dari isotank saat ini. dengan masing-masing memiliki kapasitas 3 *isotank* di dalamnya.

Simulasi usulan dilakukan dengan penambahan *storage* dengan jumlah 1 buah pada setiap wilayah. Hasil simulasi usulan menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan *storage* permanen ini perusahaan mampu melakukan pengiriman sebesar 56 persen dari 84 permintaan pelanggan dalam 1 tahunnya. Penambahan *storage* ini juga mampu melakukan pengiriman dengan jumlah yang mendekati dengan kondisi tahun 2018 tanpa *storage* dengan menggunakan 7 *isotank* saja. Hasil analisis kelayakan investasi menunjukkan bahwa investasi penambahan *storage* permanen ini sudah layak dengan periode pengembalian modal di tahun ke 6.

Daftar Pustaka

1. Chopra, S., and Meindl, P., *Supply Chain Management (Strategy, Planning, and Operation)*, Pearson, British, 2016.
2. Bowersox, D. J., Closs, D. J., and Bixby, M. C., *Supply Chain Logistics Management*. Mc Graw Hill, New York, 2010.
3. Suryani, E., *Permodelan dan Simulasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006.
4. Law, A. M., *Simulation Modeling and Analysis*, Mc Graw Hill, Singapore, 2007
5. Harrel, C. R., Ghost, B. K., and Bowden, R., *Simulation Using Promodel*. McGraw-Hill, 2004.
6. Blank, L., and Tarquin, A., *Engineering Economy*, McGraw-Hill, New York, 2012.