

MODEL PENGELOLAAN ALUR PELAYARAN SUNGAI BARITO DENGAN PENDEKATAN SISTIM DINAMIK

Ahmadi¹⁾, Farid Muldiyato²⁾, Budisantoso W.³⁾

Dosen Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut^{1,3)}
Mahasiswa Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut²⁾

Abstrak

Sungai merupakan salah satu infrastruktur alami untuk sarana transportasi. Kendala dalam pemanfaatannya adalah sedimentasi perairan muara. Untuk menjadikan alur sungai aman dalam bernavigasi, dilakukan pengelolaan dengan menjaga kedalaman, pemasangan sarana bantu navigasi pelayaran, dan pembuatan peta kedalaman. Alur Barito adalah satu-satunya alur yang telah dikelola dan dijadikan sebagai alur berbayar. Pemodelan sistim dinamik digunakan, untuk meneliti apakah pengelolaan alur Barito merupakan suatu yang berkelanjutan secara operasional dan sosial. Dengan memasukkan data biaya perawatan alur, cadangan dan produksi batubara, pendapatan daerah dan jumlah kapal yang masuk, dapat disimulasikan apakah pengelolannya berkelanjutan. Hasil simulasi menunjukkan, pertumbuhan perekonomian meningkat, pengelolaan alur dapat dilaksanakam sampai dengan 33 tahun kedepan dimana pada waktu itu, cadangan batubara sebesar 3,6 milyar ton dari tahun 2008 akan habis. Skenario kebijakan untuk mempertahankan pendapatan fee chanel adalah menentukan barang dagang lain yang diangkut melalui Barito untuk dikenai tarif.

Kata Kunci : Alur Pelayaran Sungai, Pengelolaan, Sistim Dinamik.

PENDAHULUAN

Jumlah sungai di Indonesia yang dapat dilayari kurang lebih 214 sungai dengan panjang keseluruhan 23.255 km (Manajemen ASDP, 2005). Sungai merupakan infrastruktur alami yang dapat digunakan sebagai sarana bernavigasi (*Inland navigation*) dan akan mengurangi beban infrastruktur lainnya (Milković, 2010).

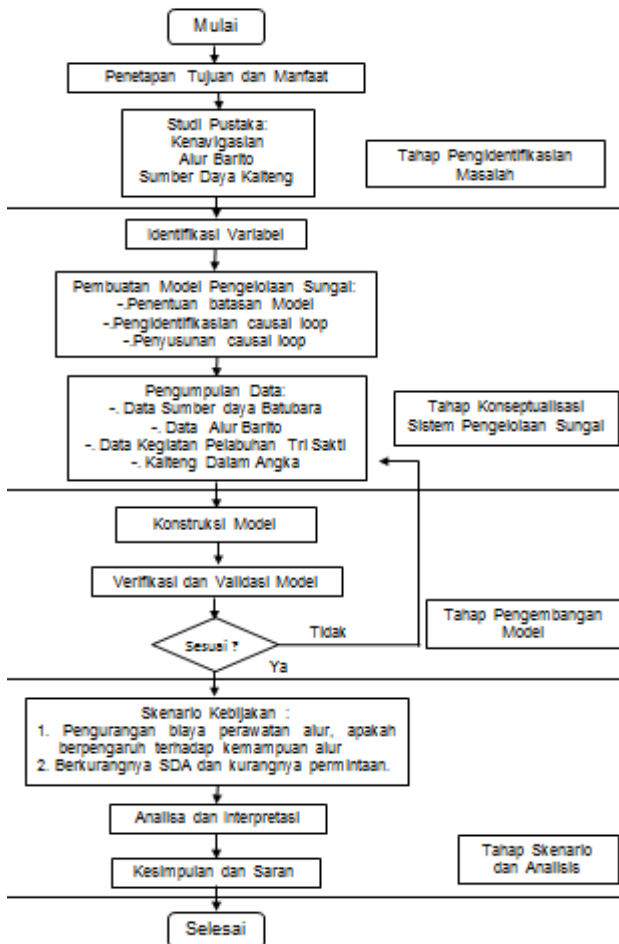
Sungai Barito urat nadi perdagangan dan transportasi yang sudah dimulai pada pemerintahan kesultanan Banjar (Rochgiyanti, 2011). Telah dijadikan sebagai alur sungai yang berbayar, dikelola oleh perusahaan patungan antara pemerintah daerah Kalsel dengan PT. Pelindo III Banjarmasin, yaitu PT. Ambapers (Ambang Barito Nusa Persada). Sehingga mempunyai kemampuan: panjang alur kurang lebih 15.000 meter, lebar rata-rata 100 meter, kedalaman -5 meter dari air terendah, terdiri dari 5 sesi dengan panjang tiap sesi 3.000 meter (Ambapers, 2012).

Kendala yang dihadapi menurut Syaefudin (2008) adalah pendangkalan alur karena sedimentasi yang dipengaruhi oleh perubahan perilaku alam dari baik di daerah hulu, badan sungai maupun di muara. Alur berbayar merupakan salah satu solusi yang tepat untuk meningkatkan kemampuan sungai, dengan cara memberikan jaminan keamanan dalam bernavigasi kepada pengguna,

sehingga laju pertumbuhan ekonomi dengan bertambahnya jumlah perdagangan menjadi lebih baik. Beberapa permasalahan yang timbul dalam pengelolaan alur Barito antara lain 1) Tingginya sedimentasi yang mengakibatkan biaya perawatan yang cukup besar. 2) Kerusakan pada rambu navigasi akibat ulah manusia. 3) Penentuan tarif yang sering memunculkan konflik, yang mengakibatkan penutupan alur dan akan merugikan para pengguna, serta tersendatnya arus pengiriman barang.

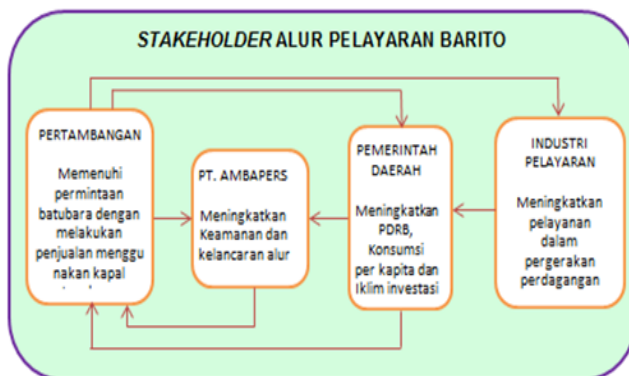
Perilaku dinamis pada sistem alur Barito antara lain: Fisik dasar sungai yang berubah akibat sedimentasi, kondisi ini akan mempengaruhi jumlah muatan, waktu tempuh dan tingkat resiko kecelakaan. Pada sisi lain, fluktuasi perekonomian di Kalsel akan mempengaruhi jumlah kapal yang digunakan. Demikian pula produksi sumber daya alam yang diangkut menggunakan kapal, mempunyai sifat fluktuatif (Simarmata, 2010). Jika kita dapat memodelkan kekomplekan hal diatas, maka skenario untuk mengelola sungai guna memahami sistem, mengoptimalkan kinerja dan memprediksi kinerja sistem alur pelayaran sungai, untuk kepentingan pelayaran secara berkelanjutan dapat dihipotesiskan.

METODOLOGI



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

GAMBARAN MENYELURUH SISTEM PENGELOLAAN ALUR



Gambar 2. Gambaran Menyeluruh

Menunjukkan hubungan antar stakeholder, terdiri dari PT Ambapers, Perusahaan Pertambangan dan Pemerintah daerah. Industri pertambangan memiliki tujuan untuk meningkatkan investasi, permintaan konsumen dan produksi. PT. Ambapers meningkatkan pelayanan dengan memberikan keamanan dan kelancaran dalam bernavigasi. Pemerintah daerah meningkatkan PDRB,

konsumsi per kapita dan indeks daya tarik investasi. Nilai PDRB akan menarik jumlah indeks daya tarik investasi di daerah.

IDENTIFIKASI VARIABEL

Dalam penelitian ini, tujuan dari salah satu model adalah menganalisis interaksi antara 1) Alur pelayaran sungai. 2) Perekonomian. 3). Sumber daya alam.

1) Alur Pelayaran Sungai

Kemampuan alur akan meningkatkan jumlah muatan yang dapat diangkut, demikian pula keamanan dan kelancaran dalam bernavigasi akan tercapai, sehingga terjadinya kecelakaan yang berupa tubrukan maupun karamnya suatu kapal akan dapat dihindari.

Tabel 1 Variabel Kemampuan Alur

| No | Variabel | Keterangan | Simbol | Unit Satuan |
|----|-----------------------|---|--------|------------------------|
| 1 | Profit Pengelola | Keputusan dari pengelola Melakukan pengelolaan atau tidak | ○ | Rupiah/tahun |
| 2 | Pendapatan Fee Chanel | Pendapatan dari hasil penjualan batubara | ○ | Rupiah/tahun |
| 3 | Perawatan Alur | Merupakan kegiatan pengelolaan (apabila ada pengelolaan maka dilakukan perawatan) | ○ | 0 Jika tidak dilakukan |
| 4 | SBNP | Biaya untuk perawatan Sarana Bantu Navigasi | ○ | Rupiah/tahun |
| 5 | Peta Navigasi | Biaya untuk perawatan Peta Navigasi | ○ | Rupiah/tahun |
| 6 | Biaya Pengerukan | Biaya untuk pengerukan | ○ | Rupiah/tahun |
| 7 | Sedimentasi | Fluktuasi sedimen per tahun | ○ | Ton/tahun |
| 8 | Biaya Perawatan | Total biaya perawatan | ○ | Rupiah/tahun |
| 9 | Kondisi Laik Alur | Kondisi jika ada perawatan maka alur layak | ○ | 0 Jika tidak dilakukan |

2) Perekonomian

Tabel 2 Identifikasi Variabel Perekonomian

| No | Variabel | Keterangan | Simbol | Unit Satuan |
|----|---|---|--------|--------------|
| 1 | PDRB | PDRB Kabupaten di Barito dari transportasi | ○ | Rupiah/tahun |
| 2 | Kontribusi Fee chanel thd PDRB | Besarnya pemasukan anggaran PDRB dari hasil alur berbayar. | ○ | Rupiah/tahun |
| 3 | Proporsi pendapatan fee chanel thd PDRB | Nilai proporsi pendapatan fee chanel terhadap PDRB | ○ | Rupiah/tahun |
| 4 | Investasi Transportasi | Investasi Kalsel yang dialokasikan untuk pembiayaan infrastruktur transportasi laut | ○ | Rupiah/tahun |
| 5 | Proporsi PDRB untuk transportasi | Nilai proporsi PDRB terhadap transportasi | ○ | Rupiah/tahun |
| 6 | Pengali Tarif | Angka pengali untuk fee tiap ton batubara | ○ | Rupiah/tahun |
| 7 | Jumlah Kapal Niaga lewat | Jumlah seluruh jenis kapal yang lewat | ○ | Ton/tahun |

PDRB merupakan indikator dalam pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Sektor usaha yang digunakan adalah hasil pertambangan dan transportasi perairan. Pertambangan merupakan sektor yang memiliki pengaruh paling besar terhadap perkembangan ekonomi Kalsel. Sehingga perhitungan PDRB di Kalsel akan dipisahkan dalam dua jenis yaitu PDRB di sektor

pertambangan dan PDRB untuk sektor lain. PDRB untuk sektor lain digambarkan sebagai jumlah PDRB tidak termasuk sektor pertambangan. Perhitungan PDRB di sektor pertambangan menggunakan pendekatan produksi.

3) Komoditas Batubara

Tabel 3 Variabel Komoditas Batubara

| No | Variabel | Keterangan | Simbol | Unit Satuan |
|----|--|--|--------|--------------|
| 1 | Cadangan Batubara | Jumlah cadangan Batubara yang ada di sepanjang alur Barito | ☒ | Ton/tahun |
| 2 | Penjualan Batubara | Penjualan Batubara yang di keluarkan melalui alur Barito dan menggunakan Tongkang | ☒ | Ton/tahun |
| 3 | Batubara Siap Jual | Batubara yang telah siap jual yang telah ditempatkan di penimbunan terahir | ☐ | Ton/tahun |
| 4 | Toleransi Lose | Nilai Toleransi adanya pengurangan karena faktor force major | ⊖ | Persen |
| 5 | Permintaan Batubara | Jumlah permintaan Batubara | ⊖ | Ton/tahun |
| 6 | Pendapatan penjualan Batubara | Hasil penjualan batubara, dimana sangat dipengaruhi oleh harga jual pada saat itu | ⊖ | Rupiah/tahun |
| 7 | Harga Batubara | Rata-rata harga dalam kurun waktu | ⊖ | Rupiah/tahun |
| 8 | Pendapatan bersih penjualan batubara | Pendapatan hasil dari penjualan Batubara | ⊖ | Rupiah/tahun |
| 9 | Biaya Produksi | Persentase biaya untuk produksi | ⊖ | Rupiah/tahun |
| 10 | Teknologi | Nilai yang dianggarkan untuk pemenuhan perbaikan teknologi peralatan untuk eksploitasi | ⊖ | Rupiah/tahun |
| 11 | Proporsi pendapatan bersih untuk teknologi | Nilai proporsi pendapatan bersih atas pemenuhan teknologi pertambangan | ⊖ | Persen |

Pertambangan merupakan sumber daya yang tidak terbaharukan, sehingga pemanfaatannya harus dilaksanakan dengan sangat bijak. Investasi pada pertambangan batubara dipengauhi oleh ketersediaan batubara di alam, dimana akan diketahui berapa lama produksi yang dapat

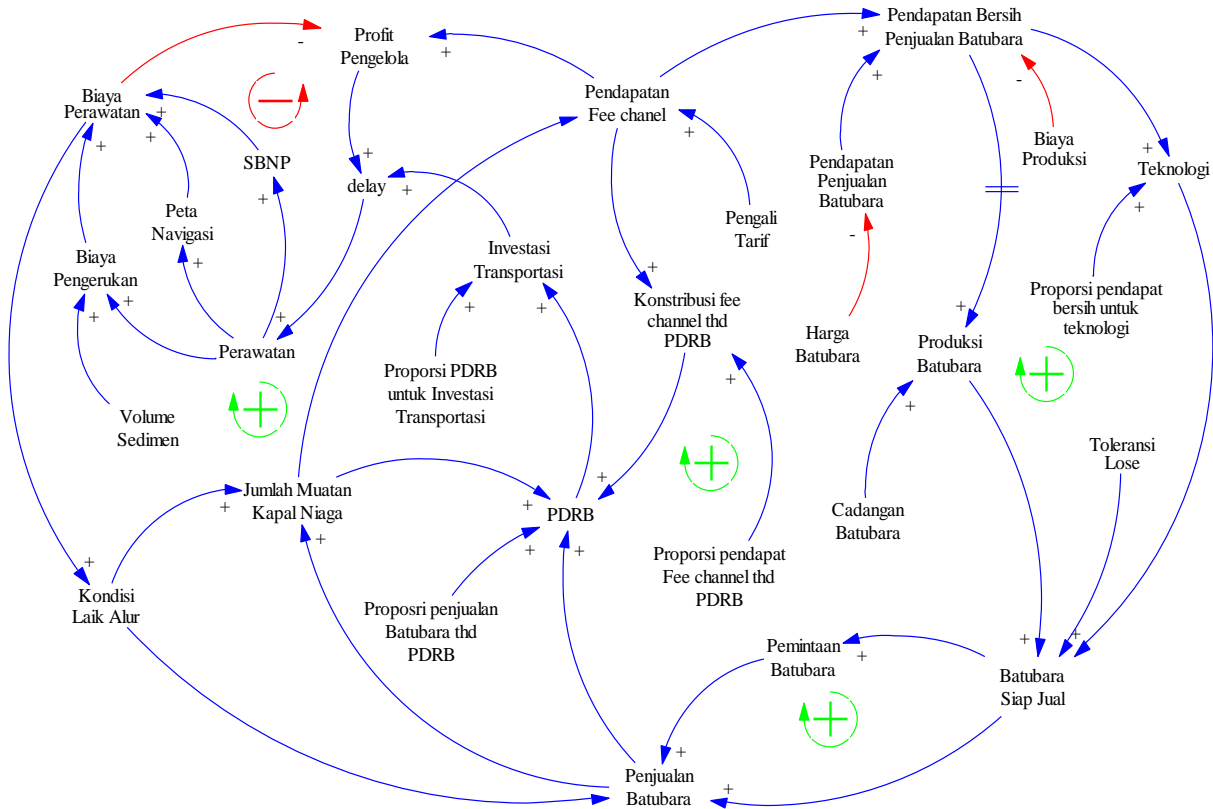
dilaksanakan. Secara umum dalam proses produksi akan ditemukan cadangan baru, disebabkan proses identifikasi jumlah tambang yang semakin teliti, sehingga produksi akan semakin bertambah.

Konseptualisasi Sistem dengan Diagram Sebab Akibat

Data-data pembangun model yang didapatkan dari hasil observasi awal, diidentifikasi untuk mendapatkan variabel-variabel model dan pola interaksi antar variabel pada sistem nyata. Data yang sudah teridentifikasi dalam variabel-variabel tersebut kemudian disusun berdasarkan pola interaksinya ke dalam diagram sebab akibat (causal loop diagram). Variabel yang dimasukkan dalam causal loop diagram masih berupa variabel umum, kemudian akan dirinci sesuai dengan kebutuhan pada stock and flow diagram.

Diagram sebab akibat dibuat dengan menghubungkan keterkaitan suatu variabel dengan variabel lainnya. Dengan demikian dapat dipahami, keterkaitan serta seberapa jauh pengaruhnya. Semua variabel yang berpengaruh terhadap permasalahan dilibatkan di dalam model. Positif causal loop menunjukkan hubungan antara variabel penguat, sedangkan causal loop negatif menunjukkan efek balancing antara variabel. Pada penelitian ini loop yang terdapat dalam diagram causal antara lain:

CAUSAL LOOP DIAGRAM PENGELOLAAN ALUR PELAYARAN BARITO



Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder yang berkaitan dengan kenavigasian di alur sungai Barito, data Kalsel dalam angka, data penggunaan alur dari PT Ambapers, data perkembangan pelayaran sungai di Administrasi Pelabuhan Kalsel dan beberapa perusahaan yang melakukan sungai Barito, data pertambangan Kalsel, serta informasi-informasi lain yang dibutuhkan untuk membangun konseptualisasi dari sistem yang diamati.

Tahap Pengembangan Model Stock dan Flow Diagram (SFD)

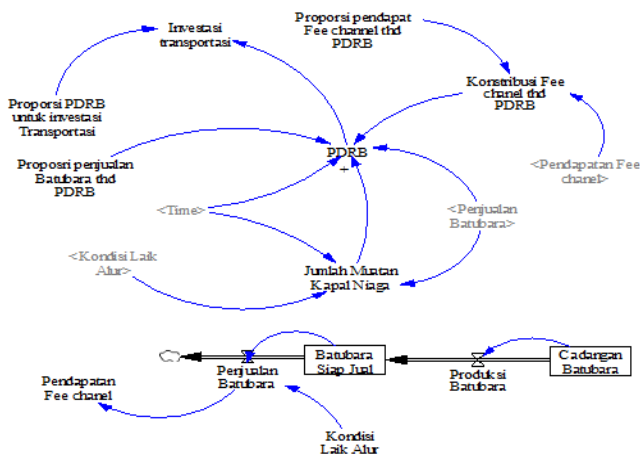
Pembuatan stock and flow diagram berdasarkan causal loop yang telah disusun sebelumnya, merupakan penjabaran lebih rinci dari sistem yang sebelumnya ditunjukkan oleh causal loop diagram, karena pada diagram ini memperhatikan pengaruh waktu terhadap keterkaitan antar variable, sehingga setiap variable mampu menunjukkan hasil akumulasi untuk variable level, dan variable yang merupakan laju aktivitas sistem tiap periode waktu atau disebut dengan rate. Perancangan diagram stock and flow juga mempertimbangkan tujuan penelitian dimana

diagram stock and flow yang dihasilkan mampu melihat variabel mana yang mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kehandalan alur sungai.

Sektor Perekonomian

Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu indikator kesejahteraan masyarakat di suatu daerah, pertumbuhan ini dapat dilihat dari semakin meningkatnya PDRB. Kalimantan selatan merupakan propinsi yang pendapatan daerahnya ditopang dari hasil sumber daya alam pertambangan dengan batubara sebagai produk utama. Sedangkan penyokong pendapatan Kalsel lainnya adalah dari sektor pertanian, industri, perdagangan, jasa dan lainnya yang dimasukkan dalam PDRB non tambang.

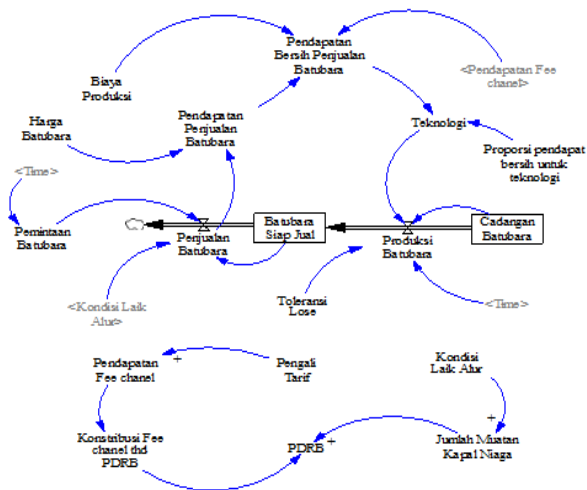
STOCK FLOW DIAGRAM PEREKONOMIAN



Sektor Komoditas Batubara

Sumber daya alam pertambangan batubara merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui, sehingga pemanfaatannya harus dilaksanakan dengan sangat bijak. Pada pelaksanaan penambangan, jumlah potensi stok yang berada di suatu area, besarnya akan mengalami koreksi dari perkiraan yang telah diinfokan. Koreksi jumlah kandungan batubara biasa terjadi karena proses penemuan kandungan baru, setelah kandungan yang telah diketahui ditambang, kemudian di cek ulang dan ditemukan lagi kandungan lainnya.

STOCK FLOW DIAGRAM KOMODITAS BATUBARA



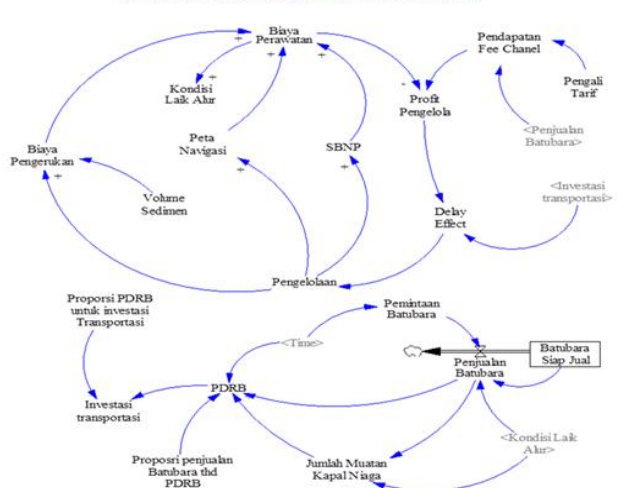
Sektor Pengelolaan Alur

Alur pelayaran sungai merupakan infrastruktur transportasi yang memiliki kemampuan cukup tinggi, dimana biaya yang dikeluarkan umumnya lebih murah daripada infrastruktur lainnya, demikian pula kemampuan penampungan yang besar dan secara alami dapat digunakan sampai ke wilayah pedalaman. Kendala utama yang ada adalah pendangkalan yang terjadi akibat penumpukan sedimen pada area muara.

Perairan muara secara alami merupakan wilayah penumpukan sedimen, dikarenakan air sungai yang membawa sedimen, energinya bertemu dengan energi dari perairan laut. Salah satu cara untuk menjaga kedalaman dari semimentasi, adalah dengan melakukan pengerukan sedimentasi secara rutin.

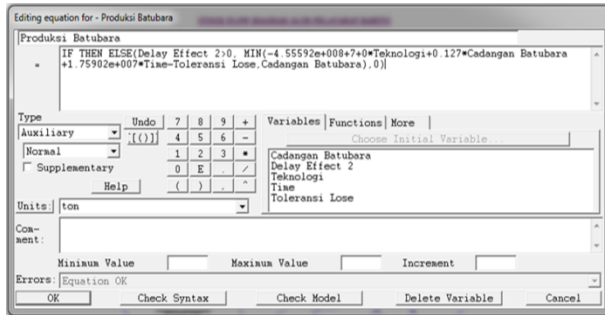
Peta navigasi merupakan lembar informasi sepanjang alur yang berisi angka kedalaman yang menunjukkan dalamnya perairan pada tempat tersebut, simbol-simbol sarana bantu navigasi pelayaran, gambaran alam yang ada disekitar perairan tersebut dan informasi pasang surut. Para pengguna sangat tergantung oleh ada tidaknya peta perairan dan keakuratan peta yang ada.

STOCK FLOW DIAGRAM PENGELOLAAN ALUR



Formulasi Matematis

Formulai matematis dilakukan pada tahap penyusunan stock and flow diagram. Pemberian formulasi matematis pada model akan merupakan syarat untuk dapat menjalankan model. Penyusunan formulasi dilakukan sesuai dengan yang ada di lapangan. Selain itu pemberian formulasi juga dapat didasarkan pada adanya judgement dari pihak yang berkompeten dalam bidang tersebut, jika pencarian data real tidak dimungkinkan. Data formulasi lengkap terdapat pada lampiran A, salah satu contoh formulasi matematis yang ada pada variabel batubara pada gambar 4.10

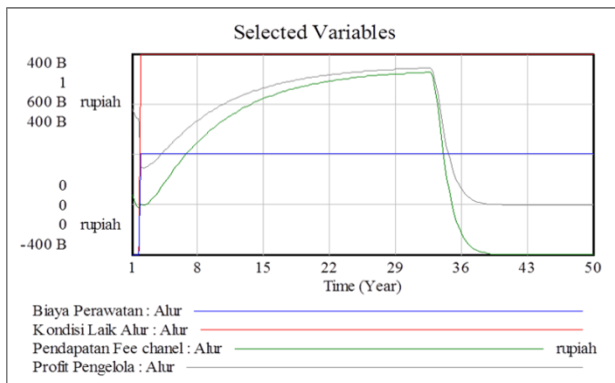


Simulasi Model

Simulasi ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat perilaku dari model sistem yang telah dibuat, dengan cara memasukkan nilai-nilai pada konstanta dan tabel fungsi sesuai dengan kondisi yang terdapat pada sistem nyata. Perilaku yang dihasilkan dari proses simulasi awal ini akan ditunjukkan oleh variabel-variabel yang menjadi referensi dinamis. Sedangkan untuk lama simulasi atau range waktu simulasi untuk simulasi awal ini, disetting selama 50 tahun, mulai dari tahun 2006 saat pengelolaan alur belum dilaksanakan sampai dengan waktu yang ditentukan.

Pengelolaan Alur

Pengelolaan alur terdiri dari beberapa variabel antara lain perawatan alur, biaya perawatan, jenis-jenis perawatan dan kondisi laik alur. Visualisasi hasil simulasi dalam vensim pada gambar 4.11.

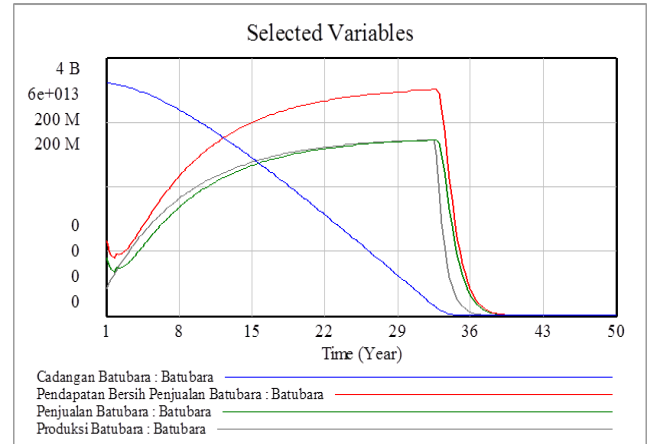


Dilihat pendapatan pengelolaan alur akan meningkat sejak tahun pertama, hanya pada tahun kedua akan mengalami penurunan, kemudian akan meningkat sampai dengan tahun ke 33, demikian hal ini terjadi pada variabel profit pengelola. Sedangkan untuk biaya perawatan, kondisi laik alur dan perawatan alur akan memiliki nilai yang tetap.

Dari hasil simulasi vensim dapat dilihat biaya perawatan dan kondisi laik alur mempunyai nilai tetap, hal ini dikarenakan nilai imput yang tetap. Dimana biaya

perawatan adalah jumlah dari: biaya pengerukan, biaya perawatan SBNP dan biaya pembuatan alur. Variabel profit pengelola mengalami kenaikan sampai dengan kurang lebih tahun ke 33, hal ini dikarenakan produksi batubara yang sudah tidak dilakukan, karena cadangan batubara yang ada di alam sudah habis.

Komoditas Batubara



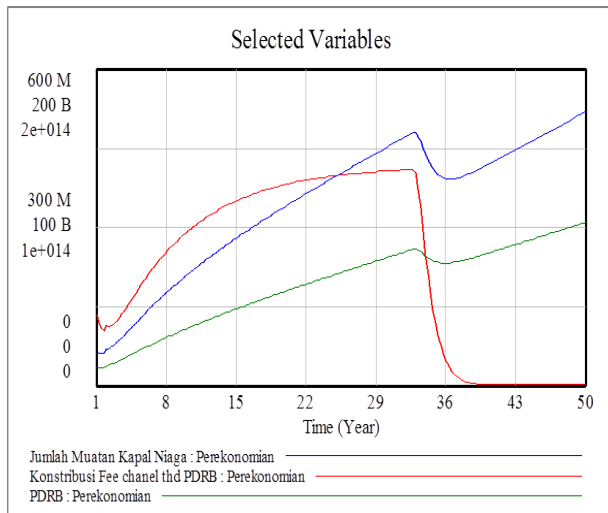
Komoditas batubara sepanjang alur Barito mempunyai cadangan yang cukup besar, dalam kenyataannya cadangan seharusnya akan bertambah manakala adanya penemuan cadangan baru. Dalam simulasi model, cadangan batubara menggunakan jumlah yang tetap. Penjualan batubara dan produksi batubara akan mempengaruhi pendapatan bersih penjualan batubara.

Dari hasil simulasi cadangan batubara dalam jangka waktu kurang lebih 34 tahun akan mengalami habis, terlihat dari awal simulasi selalu berkurang. Sedangkan untuk pendapatan bersih penjualan batubara, penjualan batubara dan produksi batubara meningkat cukup baik sampai dengan tahun ke 20, kemudian tetap meningkat sampai dengan tahun ke 33, dimana terjadi penghentian produksi karena cadangan batubara yang habis. Pertemuan antara produksi dan cadangan terjadi pada tahun ke 16. Nilai dari pendapatan bersih penjualan batubara mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding variabel lainnya, hal ini terjadi karena pendapatan bersih merupakan perkalian antara penjualan dengan harga rata-rata.

Perekonomian

Perekonomian dalam pemodelan ini merupakan variabel untuk melihat apakah terjadi efek sosial dari adanya alur yang telah dikelola, dimana apabila terjadi peningkatan perekonomian dimungkinkan salah satu penyebabnya adalah adanya infrastruktur

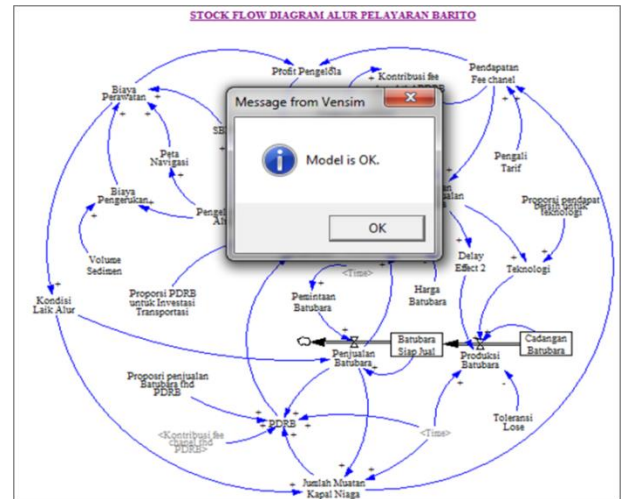
transportasi yang memadai, sehingga keluar masuknya barang untuk perdagangan dan juga barang kebutuhan masyarakat akan dapat terdistribusi dengan baik.



Dari hasil simulasi dapat dilihat adanya kenaikan pada masing-masing variabel. Hanya saja pada pada variabel kontribusi fee channel terhadap PDRB akan mengalami waktu habis, hal ini dikarenakan pendapatan fee channel yang sudah tidak ada. Untuk jumlah muatan kapal niaga dan PDRB akan terus mengalami kenaikan, hanya terjadi penurunan disaat pada variabel lain dalam pemodelan ini mengalami masa habis.

VERIFIKASI MODEL

Dilakukan untuk memeriksa error pada model dan meyakinkan bahwa model berfungsi sesuai dengan logika pada obyek sistem. Verifikasi dilakukan dengan memeriksa formulasi (equations) serta memeriksa unit (satuan) variabel dari model. Jika tidak terdapat error pada model, maka model sudah terverifikasi. Berdasarkan hasil simulasi model, program sudah berjalan dengan baik tanpa error pada formulasi.



Validasi Model

Validasi model dilakukan untuk meyakinkan bahwa model telah secara menyeluruh memenuhi tujuan pembuatan model dan dapat merepresentasikan sistem nyata. Proses validasi dalam model ini dilakukan menggunakan dua metode, yaitu metode *white box* dan *black box*. Metode *white box* dilakukan dengan memasukan semua variabel serta keterkaitan antar variabel di dalam model yang didapatkan dari orang yang ahli (*expert*) dalam kasus ini. Sedangkan validasi dengan metode *black box* dilakukan dengan membandingkan rata-rata nilai data aktual dengan rata-rata nilai data hasil simulasi.

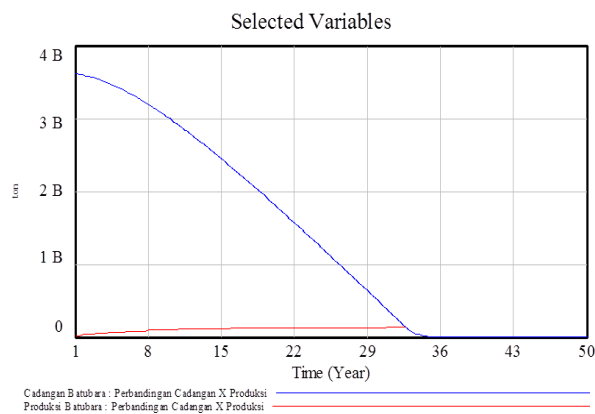
A. Uji Struktur Model

Tujuannya adalah untuk melihat apakah struktur model sudah sesuai dengan struktur sistem nyata. Setiap faktor penting dalam sistem nyata harus tercermin dalam model. Pengujian ini dilakukan dengan melibatkan orang-orang yang mengenal konsep dari sistem nelayan yang dimodelkan.

Dalam model pengelolaan alur pelayaran sungai Barito ini, semua variabel serta keterkaitan antar variabel telah diinputkan ke dalam model. Pembuat model melakukan *brainstorming* dan proses diskusi mengenai model ini dengan orang yang mengetahui sistem pengelolaan sungai sebagai evaluator untuk melakukan validasi struktur model. Metode ini merupakan metode kualitatif yang paling tepat untuk merepresentasikan *validity* model (Shreckengost, 1985). Model pendapatan nelayan dengan formulasi dan unitnya sudah diterima oleh evaluator, maka model sudah valid secara kualitatif.

B. Uji Parameter Model (*Model Parameter Test*)

Nilai parameter dalam model dapat diuji dengan cara sederhana, misalnya, terhadap data historis. Uji parameter model dapat dilakukan dengan melihat dua variabel yang saling berhubungan, yaitu membandingkan antara logika aktual dengan hasil simulasi. Hasil simulasi dikatakan baik jika polanya sama dengan logika aktual. Variabel dalam model yang akan diuji misalnya cadangan batubara yang ada di alam dengan batubara, logika aktualnya adalah apabila produksi batubara terus dilaksanakan maka cadangan batubara yang ada di alam apabila tidak ditemukan cadangan baru lagi akan mengalami penurunan, sampai pada akhirnya akan habis dan produksipun akan berhenti.



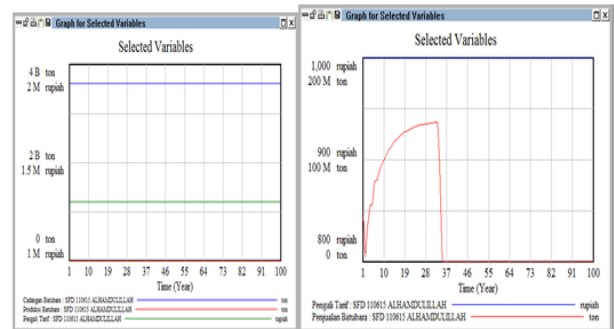
Uji Kecukupan Batasan (*Boundary Adequacy Test*)

Batasan model harus sesuai dengan tujuan model yang dirancang. Tujuan pembuatan model adalah untuk melihat seberapa besar pengaruh penjualan batubara terhadap pengelolaan alur pelayaran sungai Barito. Langkah pembatasan model sudah dilakukan saat model dibuat yaitu dengan menguji variabel-variabel yang dimasukkan dalam model yaitu, jika suatu variabel ternyata tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tujuan model, maka variabel tersebut tidak perlu dimasukkan dalam model sistem manajemen performansi ini.

D. Uji Kondisi Ekstrim (*Extreme Conditions Test*)

Tujuannya adalah untuk menguji kemampuan model apakah model dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi ekstrim sehingga memberikan kontribusi sebagai alat evaluasi kebijakan. Pengujian dalam kondisi ekstrim dapat menunjukkan kesalahan struktural atau kekurangan atau adanya

kesalahan nilai pada parameter. Pengujian dilakukan dengan memasukkan nilai ekstrim terkecil dan terbesar pada variabel tarif untuk mengetahui bagaimana pengaruh naik turunnya tarif pada produksi batubara. Apabila tarif yang dibebankan untuk tiap ton batubara yang lewat dinaikan sampai sama dengan harga batubara, maka dipastikan akan tidak ada produksi, demikian sebaliknya apabila batubara tidak dikenakan tarif maka produksi akan meningkat. Jika nilai tarif menunjukkan kondisi tersebut maka model dikatakan valid terhadap uji kondisi ekstrim.



Dari hasil simulasi diketahui bahwa pada saat simulasi dengan kondisi ekstrim bawah yaitu pada nilai tarif sama dengan harga perton batubara maka tidak terjadi produksi, demikian sebaliknya manakala tarif diturunkan sampai dengan 0,25 maka produksi akan baik. Dengan kondisi ekstrim tersebut model masih berfungsi sesuai dengan logika tujuan yang ingin dicapai sehingga model valid secara uji kondisi ekstrim.

E. Uji Perilaku Model/ Replikasi

Uji Perilaku Model dilakukan untuk mengetahui apakah model sudah berperilaku sama dengan kondisi nyata atau model sudah merepresentasikan sistem yang dimodelkan (Barlas, 1996). Uji perilaku replikasi adalah membandingkan perilaku model dengan perilaku sistem nyata. Dengan data masa lalu yang tersedia, model harus mampu menghasilkan data yang sama. Artinya, kondisi awal yang dilakukan oleh model kemudian dicocokkan pada keadaan sistem nyata pada suatu waktu di masa lalu. Selanjutnya, harus dilakukan penilaian tentang seberapa dekat perilaku model terhadap data masa lalu. Secara kuantitatif, model divalidasi dengan metode *black box* (Barlas, 1996). Metode *black box* dilakukan dengan membandingkan rata-rata nilai pada data aktual dengan rata-rata nilai pada data

hasil simulasi untuk menemukan rata-rata error yang terjadi menggunakan Persamaan:

$$E = |(S - A) / A|$$

Dimana:

A = Data aktual.

S = Data hasil simulasi.

E = Variansi error antara data aktual dan data simulasi, dimana jika $E < 0,1$ maka model valid.

Pada pemodelan pengelolaan alur pelayaran sungai Barito ini, simulasi waktu yang dilaksanakan adalah dalam tahun, hal ini berhubungan dengan data yang didapatkan juga merupakan data per tahun. Berikut adalah perbandingan antara pendapatan daerah hasil simulasi dengan pendapatan daerah aktual.

Tabel 4.10 Perhitungan error antara data aktual dan data simulasi

| Waktu | PDRB Simulasi | PDRB Aktual | Error |
|-------|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 8182678683648 | 8180691000000 | 0,000243 |
| 2 | 14002872647680 | 13775506000000 | 0,0165051 |
| 3 | 18588142403584 | 18303210000000 | 0,0155673 |
| 4 | 21492465139712 | 20584070000000 | 0,044131 |
| 5 | 24713187295232 | 23416727000000 | 0,0553647 |
| 6 | 27777958936576 | 27274752000000 | 0,0184496 |
| 7 | 30706575081472 | 30357589000000 | 0,0114958 |
| 8 | 33516335136768 | 33344715000000 | 0,0051468 |
| 9 | 36222332305408 | 36215814000000 | 0,00018 |
| | 23911394181120 | 23494786000000 | 0,017732 |

Berdasarkan perhitungan nilai rata-rata error (E) adalah 0,017732, merupakan nilai yang lebih kecil dari 0,1 hal ini menyatakan bahwasanya secara kuantitative model dinyatakan valid.

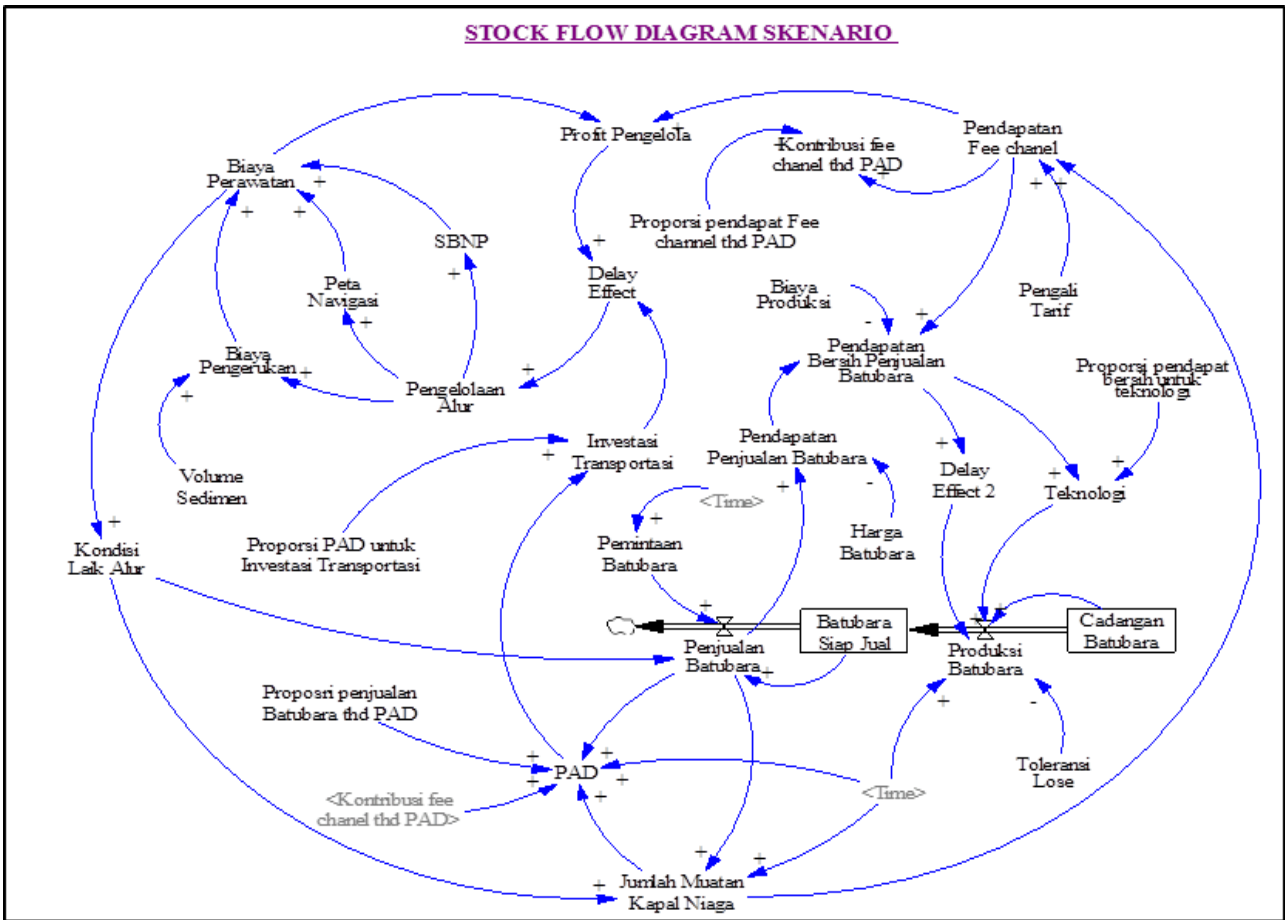
Skenario Kebijakan

Berdasarkan model eksisting yang sudah dikembangkan pada pembaasan sebelumnya, maka model dapat digunakan untuk merancang skenario kebijakan yang akan dilakukan, guna mendapatkan kebijakan antisipatif yang efektif terhadap berbagai kemungkinan yang dapat terjadi pada masa mendatang. Rancangan skenario tersebut terkait dengan Berkurangnya produksi sumber daya alam batubara.

Skenario Berkurangnya Sumber Daya Alam Batubara

Skenario ini dilakukan dengan tujuan untuk tetap menjaga alur tetap dilaksanakan. Dalam simulasi yang sebelumnya pendapatan fee chanel hanya didapatkan dari hasil penjualan batubara yang dijual melewati alur pelayaran sungai Barito. Dengan berkurang atau habisnya sumber daya alam batubara ini, maka pengelola menetapkan muatan lain yang akan dikenai tarif. Langkah simulasi yang dilaksanakan adalah membuat stock flow diagram baru, dimana jumlah kapal niaga di coneksikan dengan pendapatan fee chanel.

STOCK FLOW DIAGRAM SKENARIO



Kesimpulan

1. Model dibuat berdasarkan data hasil observasi dan data-data sekunder dari Syahbandar Banjarmasin, Distrik Navigasi, Dinas Pertambangan Propinsi dan Badan Pusat Statistik Kalsel. Variabel utama dalam model ini adalah pengelolaan alur yang merupakan nilai keputusan untuk melakukan perawatan, PDRB yang merupakan nilai untuk melihat pertumbuhan ekonomi, penjualan batubara dan cadangan Batubara yang merupakan variabel dalam komoditas batubara.
2. Hasil identifikasi variabel, untuk sektor pengelolaan alur dengan pengerukan sedimentasi, pemasangan sarana bantu navigasi pelayaran dan publikasi dengan peta laut, sudah mencukupi. Pada sektor komoditas batubara yang berhubungan dengan kemampuan alur adalah cadangan dan penjualan batubara. Sedangkan pada sektor perekonomian, sektor ini hanya merupakan efek sosial dari adanya alur Barito yang dirawat.
3. Hasil simulasi model diketahui bahwa pada kondisi eksisting, terjadi kenaikan pada sektor perekonomian, pengelolaan yang dapat dilaksanakan sampai dengan waktu 33 tahun kedepan. Berahirnya pengelolaan

- dikarenakan cadangan batubara yang habis, sehingga pendapatan fee channel tidak ada.
4. Hasil uji dalam kondisi ekstrim dengan menentukan tarif alur berbayar sangat tinggi menunjukkan produksi batubara tidak dapat dilaksanakan. Dari hasil uji ini dapat disimulasikan kisaran tarif yang akan menjaga agar stakeholder bisa menjalankan usahanya, akan tetapi juga tergantung dari biaya produksi.
5. Skenario kebijakan yang diambil adalah manakala hasil produksi batubara yang dijual melalui alur tidak mencukupi pengelolaan, maka diambil kebijakan untuk mengambil tarif pada barang dagangan lain yang diangkut melalui alur Barito. Hasil simulasi memperlihatkan dengan masuknya jumlah muatan kapal niaga lain, akan mempertahankan trend peningkatan pendapatan fee channel, sehingga skenario ini dapat dilaksanakan.
6. Pada 33 tahun kedepan kesinambungan dalam operasional dan sosial dapat terpenuhi. Selanjutnya untuk tetap mempertahankan harus ada skenario penemuan cadangan batubara baru atau dengan menetapkan tarif berbayar atas barang yang diangkut melalui alur Barito lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini et al.(2013) Simulasi Pola Sirkulasi Arus Di Muara Kapuas Kalimantan Barat. Prisma Fisika, Vol. I, No. 1. ISSN : 2337-8204. Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Ambapers (2012) Buku Panduan Alur Pelayaran Sungai Barito, PT Ambang Barito Persada 2012, Banjarmasin Kalimantan Selatan.
- Amos et al.(2009) Sustainable Development Of Inland Waterway Transport In China, Comprehensive Transport System Analysis in China - P109989. The Ministry Of Transport, People's Republic Of China.
- Aziz dan Gunarta (2014) Penentuan Kapasitas Optimal Jalur Pelayaran Kapaldi Sungai Musi Menggunakan Model Simulasi, Jurnal Teknik Industri ITS, Surabaya.
- Banister D. Dan Berechman Y. (2001) Transport Investment and the Promotion of Economic Growth. Journal of Transport Geography, Vol. 9 (2001): 209-218.
- Case dan Fair (2004) Pengertian Pertumbuhan Ekonomi. Jurnal Makro Ekonomi. Jakarta.
- Direktorat Jendral Perhubungan Darat (2005) Layanan Transportasi Darat yang Aman, Selamat, Mudah dijangkau, Berdaya saing dan Terintegrasi 2020, Master plan Transportasi Darat, Departemen Perhubungan, Jakarta
- Dwiyitno et al. (2009) Kualitas Lingkungan Perairan Muara Sungai Barito, Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Vol. 3 No. 2, Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, DKP Jakarta.
- Forrester (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. System dynamics review, 10(2-3), 245-256.
- Grant et al. (1997) Ecology and Natural Resource Management: System Analysis and Simulation. Addison-Wesley Publishing Company Reading, Massachusetts.
- Handayani, G. Azhar (2004) Penerapan Metode Geolistrik Schlumberger untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara. Jurnal Natur Indonesia. 6, (2), 1-5
- Januardana dan Achmadi (2014) Analisis Model Pembiayaan Investasi Pengembangan Alur Pelayaran Berbasis Public-Private Partnership. Jurnal Teknik Perkapalan, ITS, Surabaya.
- Purnomo H. (2003) Memfasilitasi Pengelolaan Hutan Kolaboratif Menggunakan Pemodelan Dinamika Sistem, Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. X No. 2 : 32-46, Fakultas Kehutanan, IPB Bogor.
- Keith et al. (2013) Limits to Population Growth and Water Resource Adequacy in the Nile River Basin. Environmental Laboratory, Engineer Research and Development Center Halls Ferry Road. Vicksburg. US.
- Kusdian (2011) Potensi Revitalisasi transportasi sungai di Provinsi Lampung. Jurnal Transportasi Vol, 11 No. 2 143-152. Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.
- Kodoatie (2005) Pengantar Manajemen Infrastruktur, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Latifah et al. (2007) Strategi Pengembangan Transportasi Air Di Koridor Kapuas, Jurnal Studi Transportasi dan Logistik, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lemhanas (2012) Pengembangan Sistem Transportasi Nasional Guna Mempercepat dan Memperluas Pembangunan Ekonomi dalam Rangka Ketahanan Nasional, Jurnal Kajian Lemhanas RI Edisi 14, Lemhanas Jakarta.
- Levinson et al. (2007) Spatial Structure of Hydrography and low in a Chilean Fjord, Estuario Reloncavi´ Estuaries and Coasts Vol. 30, No. 1, p. 113 –12. Chilean Naval Hydro-graphic Service, Casilla 324, Valparaiso, Chile.
- Li dan Simonovic (2002) System Dynamics Model For Predicting Flood. Hydrological Processes, DOI 16:2645-2666
- Long et al.(2014) Feasibility Analysis of System Dynamics for Inland Maritime Logistics. A National University Transportation Center at Missouri University of Science and Technology. US.
- Macharis (2000) System Dynamics Combined With Multi Criteria Analysis. Hybrid Modeling, Free University of

- Brussels (V.U.B.) Center for Business Economics and Strategic Management, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium.
- Miro, F. (2005) *Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi*. Erlangga. Jakarta.
- Milković (2010). *Sava River Basin-Inland Waterway Regulatory Framework and Infrastrukture*, Vladimira Nazora 61, 10000 Zagreb, Hrvatska.
- Munawar A (2005) *Dasar-dasar Teknik Transportasi*. Penerbit Beta Offset, Jogjakarta.
- Nafziger dan Wayne, (1997) *The Economics of Developing Countries*, Third Edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey
- Nasution (2004) *Manajemen Transportasi (Edisi Kedua)*. Ghalia, Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 39/PRT/1989 Tentang Pembagian Wilayah Sungai, Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Sekretaris Negara 2012, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2010 Tentang Kenavigasian, Sekretaris Negara, Jakarta.
- Rahayu et al. (2014) *Pendugaan Perubahan Zona Jenuh Air Tanah Di Sekitar Tambang Terbuka Batubara Di Kalimantan Selatan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner*. Fibusi (JoF) Vol. 2 No. 1, UPI Bandung.
- Richardson, G. P. (2011) *Reflections On The Foundations Of System Dynamics*. *System dynamics review*, 27(3), 219-243.
- Rochgiyanti (2011) *Fungsi Sungai Bagi Masyarakat di Tepian Sungai Kuing Kota Banjarmasin*, *Jurnal Komunitas* Vol. 5 No. 2, FKIP Unlam Banjarmasin.
- Rohács dan Simongáti (2007) *The Role of Inland Waterway Navigation in a Sustainable Transport System*. *Journal Taylor and Francis* 110.139.24.116. London, UK.
- Santoso et al. (2013) *Evaluasi Program Revitalisasi SBNP dan Prasarana Keselamatan Pelayaran*, ISSN 000-000 fisip Unmul. Banjarmasin.
- Saysel (2006) *System Dynamics: Systemic Feedback Modeling For Water Resources Management*. Bogaziçi University, Institute of Environmental Sciences, 34342, Bebek, Istanbul.
- Simarmata R (2010) *Legal Complexity In Natural Resource Management In The Frontier Mahakam Delta Of East Kalimantan*, *Journal Of Legal Pluralism* nr. 62. Columbia University, Columbia.
- Suseno (2013) *Kontribusi Investasi Pertambangan Batubara Terhadap Produk Domestik Regional Bruto Propinsi Papua Barat*. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* Volume 9, Nomor 3,: 118 – 134
- Syaefudin (2008) *Studi Pemilihan Lokasi Alternatif Pelabuhan Trisakti Banjarmasin Propinsi Kalimantan Selatan*, *Jurnal Hidrosfir Indonesia* Vol. 3 No. 3, IISN 1907-1043, Jakarta.
- Sugeng S (2009) *Pemeliharaan Alur Pelayaran Di Sungai Barito*, *Jurnal Teknik Perkapalan* Vol. 6 No.2, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suryana (2000) *Ekonomi Pembangunan, Problematika dan Pendekatan*. Edisi Pertama. Jakarta: PT. Salemba Empat
- Suyono (2010) *Model Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Perairan Waduk Cacaban dengan Pendekatan Sistem Dinamik*, Pascasarjana S3, IPB, Bogor.