

Analisis Kapasitas Produksi dan Pemenuhan Permintaan dengan Model Sistem Dinamis pada Industri Semen

Halim Qista Karima¹, Mas Aji Saputra² dan Fauzan Romadlon³

^{1,2,3}Teknik Industri, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto, Indonesia

¹ halim@ittelkom-pwt.ac.id, ² 18106078@ittelkom-pwt.ac.id, ³ fauzan@ittelkom-pwt.ac.id

Article History:

Received 29 November 2021

Revised 24 Januari 2022

Accepted 27 Januari 2022

Available online 00 Sep 20xx

Abstrak

Perencanaan kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan menjadi tantangan bagi perusahaan. Permasalahan persediaan dan tingkat pemenuhan permintaan menjadi isu dalam setiap proses perencanaan sistem produksi di perusahaan. Perusahaan bertujuan untuk mengurangi persediaan dan memaksimalkan tingkat pemenuhan permintaan. Aktivitas produksi yang kecil akan meminimalkan total persediaan namun memperkecil tingkat pemenuhan permintaan, begitu sebaliknya. Pemodelan sistem dinamis dipilih untuk memodelkan kondisi sistem produksi dalam menentukan strategi jangka menengah. Sistem dinamis sangat tepat untuk mensimulasikan kebijakan dan mengevaluasi kondisi sistem produksi. Pemodelan sistem dinamis menggunakan *software Vensim*. Berdasarkan hasil simulasi model diperoleh bahwa kapasitas terpasang akan bertahan mampu memenuhi peningkatan permintaan 5% hingga enam tahun mendatang. Namun, jika peningkatan permintaan sebesar 20%, perusahaan hanya mampu memenuhi permintaan hingga satu tahun ke depan. Pola permintaan akan mempengaruhi pengambilan kebijakan seperti pola permintaan *linear* dan eksponensial. Meskipun kedua pola memiliki total rerata yang sama namun hasil yang diperoleh dari simulasi model berbeda, sehingga perlu sadari dalam melakukan kebijakan perlu mempertimbangkan pola yang ada pada permintaan kebijakan yang dihasilkan sesuai.

Kata Kunci : Industri Semen, Kapasitas Produksi, Sistem Dinamis

Abstract

Planning production capacity to meet demand is a challenge for companies. Inventory and fulfillment rate problems become an issue in every planning process. The company aims to minimize inventory and maximize the level of demand fulfillment. Small production activities will minimize total inventory but reduce the level of demand fulfillment, and vice versa. The system dynamic modeling was chosen to model the condition of the production system in determining the medium-term strategy. Dynamic systems are very appropriate for simulating policies and evaluating the conditions of production systems. System dynamic modeling using *Vensim* software. Based on the model simulation results, it is found that the installed capacity production will be able to meet the demand for the next six years. However, if the demand increases by 20%, the company will only be able to meet the demand for the next year. Demand patterns will affect policymaking such as linear and exponential demand patterns. Although the two patterns have the same total average, the results obtained from model simulations are different, so it is necessary to realize that in deciding policies it is necessary to consider the patterns that exist in the appropriate policy requests.

Keywords : Cement Industri, Production Capacity, Sistem Dynamic

1. Pendahuluan

Perubahan pola permintaan mampu mempengaruhi kebijakan dalam perusahaan terlebih pada perencanaan dan pengendalian produksi. Perubahan pola permintaan dapat disebabkan oleh beberapa faktor internal maupun eksternal perusahaan. Faktor internal seperti kebijakan promosi untuk meningkatkan penjualan. Kegiatan promosi dapat dilakukan dengan cara *online* atau pun *offline*. Perubahan pola permintaan juga dapat dilakukan ketika menurunkan margin atau harga jual produk, namun kegiatan promosi yang menjadi faktor menguntungkan bagi perusahaan terlebih pada industri semen (Hartati et al., 2019). Dalam menghadapi persaingan maupun memperbaiki kondisi perusahaan perlu melakukan beberapa strategi seperti inovasi produk, promosi dengan diskon dan penjualan *online* (Rahayu et al., 2018).

Karakteristik dan fungsi produk juga dapat mempengaruhi tingkat permintaan. Selain itu, faktor eksternal seperti kondisi perekonomian negara, wabah *pandemic* dan bencana juga dapat mempengaruhi tingkat permintaan suatu produk.

Perencanaan dan pengendalian produksi dapat direncanakan berdasarkan peramalan permintaan. Kegagalan dalam perencanaan dapat disebabkan karena kesalahan dalam peramalan permintaan. Pada sistem produksi peramalan menjadi bagian penting untuk menentukan kuantitas produksi, peramalan dapat mengurangi jumlah produk cacat dan mengoptimalkan keuntungan. (Lintang Trenggonowati et al., 2020). Perencanaan yang dapat dilakukan perusahaan yaitu perencanaan jangka pendek seperti jadwal produksi, perencanaan jangka menengah seperti perawatan tahunan dan investasi mesin, perencanaan jangka panjang seperti pengembangan atau pemekaran perusahaan. Perencanaan yang baik akan menguntungkan bagi perusahaan. Perencanaan produksi yang tepat akan mengurangi biaya *inventory* dan memaksimalkan pendapatan dari penjualan. Misal, perusahaan memproduksi lebih banyak dari pada jumlah permintaan maka akan menambah biaya *inventory*, namun mampu memenuhi permintaan dengan baik. Sebaliknya, jika memproduksi terlalu lebih sedikit maka akan mengurangi biaya *inventory* namun tidak dapat memenuhi permintaan konsumen secara maksimal. Perencanaan yang baik sangat dibutuhkan bagi perusahaan. Perencanaan produksi dapat dilakukan dengan menggunakan program dinamis (Rachma, 2020), namun sistem belum menggambarkan hubungan timbal balik pada sistem produksi ataupun *inventory*. Kapasitas terpasang pada sistem produksi dapat sangat berperan penting, sehingga perlu dianalisis dan dievaluasi sejauh mana dapat berjalan dengan baik dalam memenuhi permintaan terlebih pada permintaan yang mengalami peningkatan.

Metode sistem dinamis merupakan salah satu metode pemodelan sistem yang dapat memodelkan suatu sistem kompleks. Karakteristik sistem pada model sistem dinamis yaitu terdapat perubahan perilaku sistem terhadap waktu (dinamis) dan terdapat hubungan umpan balik pada entitas di dalam sistem. Tujuan dilakukan pemodelan sistem untuk memprediksi dan menentukan suatu kebijakan berdasarkan model sistem. Metode sistem dinamis telah banyak digunakan peneliti dalam memodelkan sistem produksi pada perusahaan untuk mengatasi permasalahan kompleks sistem produksi. Beberapa penelitian menggunakan sistem dinamis untuk menentukan strategi kebijakan pada perusahaan.

Pemodelan sistem dinamis perlu digunakan untuk menghindari penentuan keputusan kebijakan-kebijakan yang tidak berkualitas. Model sistem dinamis memiliki perilaku yang berubah-ubah dan kemungkinan skema umpan balik akan memberikan arus informasi yang lebih kompleks (Andhika, 2019). Metode sistem dinamis telah digunakan dalam beberapa bidang diantaranya untuk memodelkan sistem terjadinya penumpukan sampah, sehingga mampu menentukan kebijakan mengatasi permasalahan sampah (Salendu & Hadi, 2018). Sistem dinamis juga mampu diterapkan pada sistem yang terjadi di industri kecil menengah (IKM), seperti IKM anyaman bambu yang terdiri dari beberapa sub sistem yaitu sub sistem pasar, konsumen dan jumlah produksi dan sumber daya manusia (Hilman, 2018). Pada sistem produksi sistem dinamis dapat digunakan dalam menentukan kebijakan pada sistem perencanaan bahan baku dengan sub sistem produksi dan sub sistem bahan baku (Purnomo & Izza, 2020). Permasalahan keterlambatan bahan baku yang disebabkan *supplier* dengan mempertimbangkan kualitas, harga dan jarak lokasi *supplier* juga dapat dimodelkan dengan sistem dinamis (Trenggonowati et al., 2020). Pada sistem industri perusahaan semen, dampak lingkungan seperti tingkat polusi menjadi salah satu faktor yang secara tidak langsung terdampak atas aktifitas tersebut (Kunche & Mielczarek, 2021; Proaño et al., 2020). Perancangan strategi kebijakan metode sistem dinamis juga dapat dikombinasikan dengan analisis SWOT, salah satunya pada studi kasus merancang strategi perusahaan

dengan mempertimbangkan ketidakpastian penjualan. (Syafudin & Nurhasanah, 2020). Simulasi sistem dinamis dapat juga dikombinasikan dengan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Fuzzy AHP* (*Analytical Hierarchy Process*) sebagai nilai *input* dan diuji skenario dalam mitigasi resiko pemilihan *supplier*. (Ridwan et al., 2019)

2. Bahan dan Metode

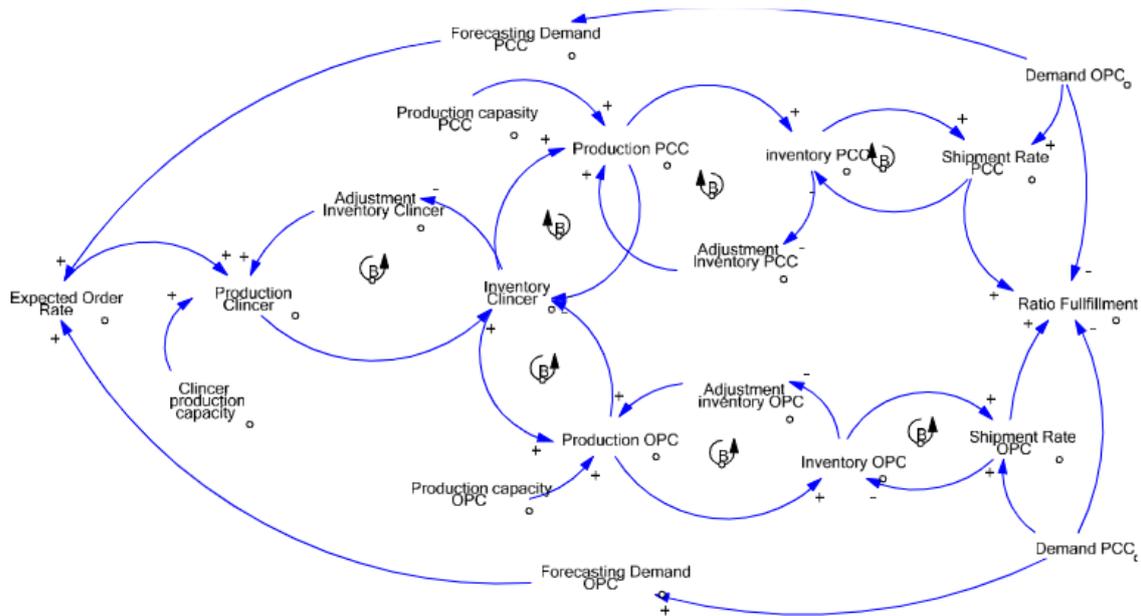
Pemodelan sistem merupakan metode menduplikasi kondisi nyata yang tujuannya salah satunya untuk memprediksi dan menganalisis suatu kebijakan. Pemodelan sistem menggunakan metode sistem dinamis menggunakan *software Vensim*. Dengan menggunakan *software* tersebut memudahkan dalam merancang model dan menganalisis *output* dari model. Dalam merancang model juga diperlukan beberapa data primer berupa data permintaan, produksi dan persediaan.

Metode yang digunakan dalam pemodelan ini adalah sistem dinamis berdasarkan pada karakteristik sistem. Tahapan pertama dalam pemodelan yaitu *problem articulation* merupakan proses mengidentifikasi permasalahan yang ada pada suatu sistem dan menentukan batasan serta *horizon* waktu pada sistem. Tahapan kedua yaitu *formulation of dynamics hypothesis* yang terdiri dari - menentukan struktur variabel dan hubungan timbal balik menggunakan beberapa *tools* seperti *causal loop diagrams* dan *stock and flow diagram*. Tahapan ketiga *formulation of a simulation model* merupakan menentukan spesifikasi model, estimasi parameter, inisial kondisi dan *behavioral relationships* serta menguji konsistensi tujuan dan batasan sistem. Tahapan keempat yaitu pengujian dengan melakukan validasi dan verifikasi menggunakan beberapa cara seperti membandingkan dengan *reference modes dan extreme conditions test*. Tahapan terakhir yaitu desain kebijakan dan *evaluation* yaitu menggunakan model yang telah diuji untuk menentukan skenario kebijakan yang sesuai bagi sistem.

3. Hasil dan Pembahasan

Industri semen merupakan proses manufacture mengubah bahan baku menjadi suatu produk jadi berupa semen dengan melalui berbagai proses. Hubungan sebab akibat suatu *variable* pada sistem perusahaan yaitu proses produksi dan persediaan dapat mempengaruhi produktivitas perusahaan (Sumiyati et al., 2021). Proses produksi semen memiliki beberapa tahapan, tahap pertama mengubah bahan baku berupa *limestone, clay, sand, and additive* material menjadi *clinker* menggunakan mesin kiln bersuhu tinggi dengan proses kimia. *Clinker* merupakan bahan baku utama semen (Romadlon et al., 2020). Kemudian, *Clinker* diubah menjadi semen yang siap dipasarkan dengan melawati proses *grinding* dan QC (quality control). Terdapat dua jenis tipe semen yang diproduksi yaitu PCC (*Portland Composite Cement*) atau OPC (*Ordinary Portland Cement*). Semen PCC dikenal sebagai semen ramah lingkungan dan harga yang lebih ekonomis, sehingga dinilai memiliki kualitas yang lebih baik. Baham baku PCC diantaranya *clinker, gypsum* dan zat tambahan berupa batu *lime stone, fly ash* dan *trass*. Sedangkan bahan baku OPC tidak ditambahkan zat aditif berupa *fly ash* dan *trass*. Produk PCC dijual dalam lot *size* yang lebih kecil dari pada OPC. PCC biasa digunakan pada skala pembangunan yang lebih kecil dibandingkan OPC yang digunakan untuk proyek pembangunan berskala besar.

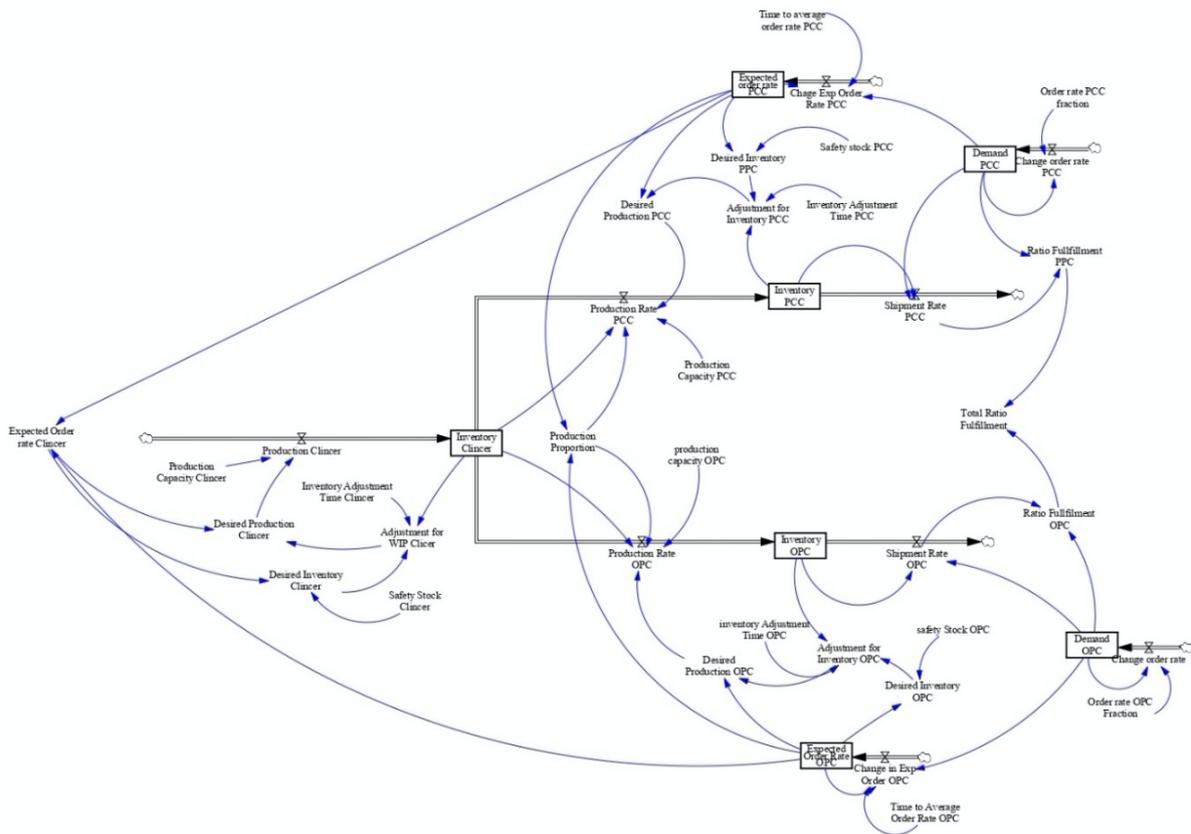
Untuk memenuhi permintaan konsumen perusahaan merancang kapasitas terpasang mesin Kiln dan *Grinding* dengan penuh pertimbangan. Saat ini rata-rata permintaan hari OPC dan PCC masing-masing adalah 1989 ton/hari dan 1571 ton/hari serta standar deviasi 762 dan 1004. Berdasarkan data permintaan bahwa terjadi peningkatan sebesar 5% persen per tahun dari total jenis produk PCC. Perusahaan saat ini mampu memenuhi permintaan yang ada pada perusahaan. Namun, dengan adanya peningkatan tersebut perusahaan perlu mengetahui dan menentukan sampai kapan perusahaan dapat memenuhi permintaan dengan adanya peningkatan permintaan tersebut.



Gambar 1. Causal loop diagram

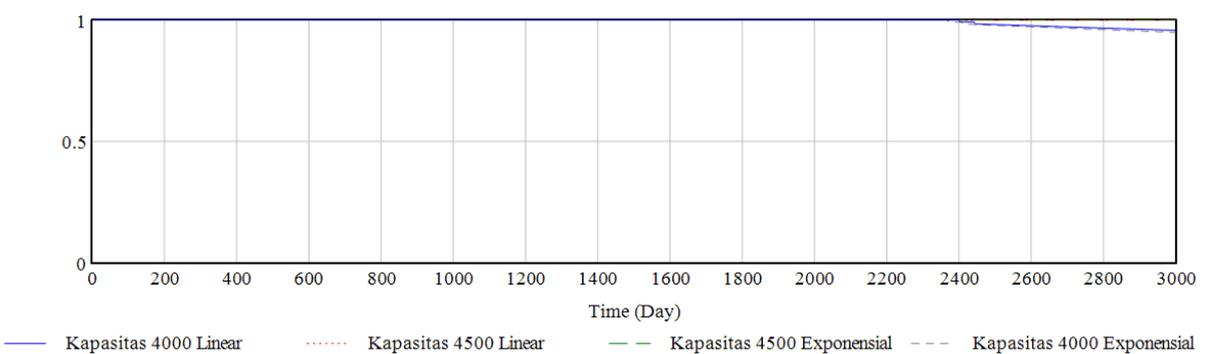
Berdasarkan uraian permasalahan dan sistem produksi pada industri semen maka dapat dipetakan menggunakan beberapa *tools* seperti *causal loops diagram* pada gambar 1 dan *stock and flow diagram* pada gambar 2. Pada Gambar 2, merupakan *stock and flow diagram* dari sistem produksi dan *fulfillment demand* pada industri semen. *Tools* yang digunakan menjelaskan hubungan antar entitas pada sistem untuk mencapai tujuan tertentu. Sistem produksi memiliki tujuan untuk memenuhi permintaan semaksimal mungkin. *Fulfillment ratio* atau tingkat pemenuhan permintaan merupakan persentase jumlah permintaan yang dapat dipenuhi oleh perusahaan. Tidak semua *demand* dapat dipenuhi oleh perusahaan. *Shipment* merupakan jumlah produk yang dapat dikirim ke konsumen untuk memenuhi permintaan. Sederhananya *shipment* merupakan nilai minimal dari *demand* dan *inventory*, jika *demand* lebih besar dari pada *inventory* maka terdapat *demand* yang tidak dapat dipenuhi, sebaliknya jika *demand* lebih kecil dari pada *inventory* maka *demand* dapat dipenuhi oleh perusahaan.

Model yang telah dirancang kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan beberapa metode seperti *extreme condition test*. Pada pengujian dilakukan perubahan nilai pada variabel kapasitas, diperoleh bahwa semakin kecil nilai kapasitas produksi dengan tingkat permintaan yang sama maka nilai *fulfillment* atau tingkat pemenuhan permintaan akan kecil, begitu juga sebaliknya. Selain itu juga dilakukan pengujian model apakah terjadi bug atau *error* dengan cara *check model* pada *software vensim*. Diperoleh bahwa tidak terdapat *bug* pada model yang telah dirancang.

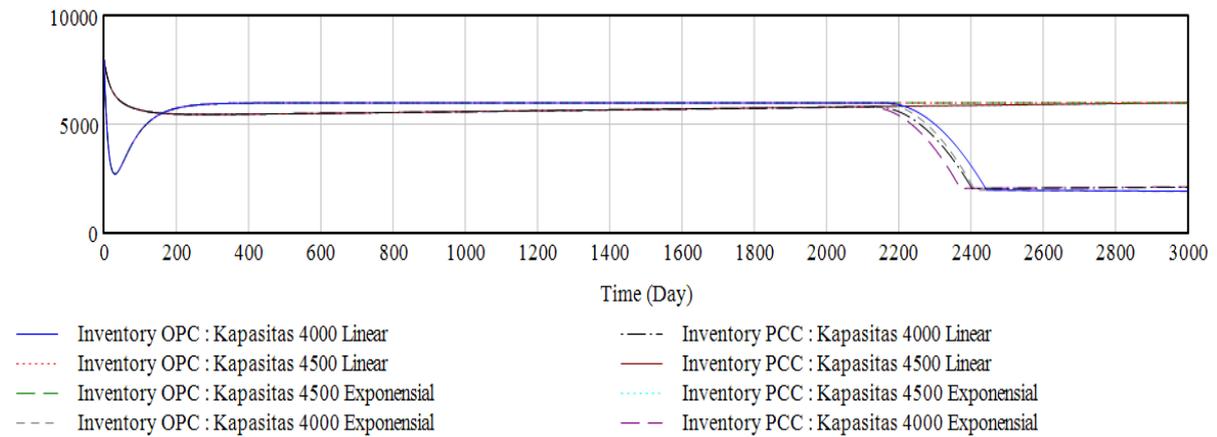


Gambar 2. Stock and flow diagram

Analisis kapasitas produksi dan tingkat *fulfillment* terhadap peningkatan permintaan 5% setiap tahun pada perusahaan. Peningkatan dapat berupa fungsi *linear* ataupun eksponensial, maka perlu diuji kedua jenis pola peningkatan permintaan tersebut. Dengan kapasitas terpasang saat ini perusahaan nantinya mampu memenuhi permintaan dengan baik yaitu 100% hingga periode 6.2 tahun ke depan. Usulan investasi jangka panjang berdasarkan hasil peramalan perlu ditambah sebanyak 1000 kapasitas mesin *Grinding* karena terjadi penurunan pada periode tersebut agar pemenuhan kapasitas dapat lebih baik, dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.

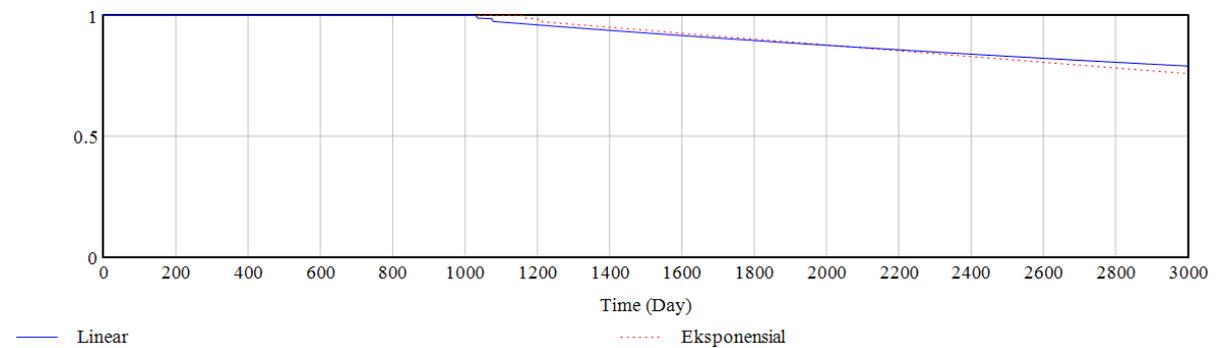


Gambar.3 Tingkat pemenuhan permintaan pada kebijakan penambahan kapasitas produksi mesin *grinding*

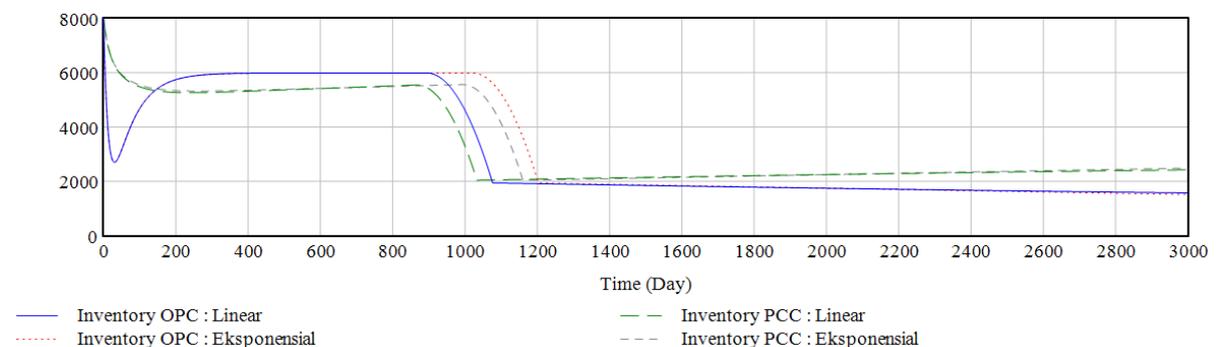


Gambar 4. Inventory level kebijakan penambahan kapasitas produksi mesin grinding

Pola permintaan akan mempengaruhi keputusan dalam penambahan kapasitas produksi. Pola *linear* dan eksponensial memiliki hasil yang berbeda pada kondisi *existing* dengan peningkatan permintaan secara *linear fulfillment* akan menurun pada periode 2296 dan pada permintaan dengan pola eksponensial akan menurun pada periode 2309. Pengujian dilakukan kembali dengan mengubah nilai koefisien peningkatan permintaan menjadi 12% per tahun pada produk PCC. Dengan rerata total permintaan yang sama, dapat dilihat gambar 5 dan gambar 6 bahwa pola *linear* dan eksponensial menghasilkan pola yang berbeda. Kapasitas produksi tidak dapat lagi memenuhi permintaan pada periode 1032 untuk pola *linear* dan 1106 pada pola permintaan eksponensial. Perbedaan hasil ini dikarenakan model sistem dinamis mempertimbangkan atau menyertakan unsur waktu dalam sistem. Hasil pada waktu periode (t) dipengaruhi oleh hasil periode sebelumnya yaitu (t-1) dan mempengaruhi hasil pada periode selanjutnya yaitu (t+1). Jika sebaran data berbeda pada setiap waktunya, maka akan mempengaruhi dan menghasilkan *behavior* atau *output* yang berbeda pula.



Gambar 5. Tingkat pemenuhan permintaan pada kebijakan penambahan kapasitas produksi mesin grinding



Gambar 6. Inventory level kebijakan penambahan kapasitas produksi mesin grinding

Tabel 1. Peramalan waktu atau periode perusahaan tidak dapat lagi memenuhi permintaan konsumen.

Periode penurunan	Linear		Eksponensial	
	Kapasitas 4000	Kapasitas 5000	Kapasitas 4000	Kapasitas 5000
Peningkatan permintaan 5%	2296 : 6,2 tahun	-*	2309 : 6,3 tahun	-*
Peningkatan permintaan 10%	1190 : 3,2 tahun	-*	1233 : 3,3 tahun	2847 : 7,8 tahun
Peningkatan permintaan 15%	806 : 2,2 tahun	2228 : 6,1 tahun	958 : 2,6 tahun	2215 : 6,1 tahun
Peningkatan permintaan 20%	618 : 1,6 tahun	1718 : 4,7 tahun	785 : 2,1 tahun	1818 : 4,9 tahun

-* : permintaan dapat dipenuhi hingga periode 8,2 tahun dan seterusnya, karena simulasi dibatasi dengan maksimal waktu peramalan yaitu 8,2 tahun ke depan.

Analisis tingkat pemenuhan permintaan dilakukan untuk mengetahui seberapa lama kapasitas perusahaan mampu memenuhi permintaan perusahaan yang terus meningkat. Pada Tabel 1. diterangkan bahwa dengan kapasitas yang sekarang ini ada dan peningkatan permintaan sebesar 5% perusahaan tidak memerlukan penambahan kapasitas dalam kurun waktu 6,2 tahun ke depan. Namun jika terjadi peningkatan sebesar 20% perusahaan dapat mengantisipasi untuk menambah kapasitas dalam kurun waktu 1,6 tahun ke depan. Peramalan ini dilakukan untuk menentukan kebijakan yang sesuai bagi perusahaan dalam menghadapi peningkatan permintaan, sehingga perusahaan tidak salah dalam menentukan waktu investasi peningkatan kapasitas baru dan mampu memenuhi permintaan, sehingga menghasilkan keuntungan yang maksimal.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil dan pembahasan yaitu bahwa model sistem produksi yang telah dirancang mampu merepresentasikan dari kondisi nyata. Tingkat pemenuhan permintaan dipengaruhi oleh sistem perusahaan meliputi produksi dan persediaan serta *demand* itu sendiri. Produksi dan *inventory* memiliki hubungan timbal balik yang saling mempengaruhi. Kapasitas produksi atau kapasitas terpasang dapat mempengaruhi tingkat pemenuhan permintaan. Strategi perencanaan kapasitas terpasang dapat dilakukan dengan memperhatikan tingkat permintaan. Tingkat permintaan dapat diprediksi sesuai dengan pola permintaan yang terjadi. Berdasarkan hasil peramalan, perusahaan dapat menambah kapasitas dalam waktu dekat jika peningkatan permintaan sebesar 20% per tahun.

Pada kondisi permintaan yang mengalami peningkatan, pola *linear* dan eksponensial memiliki *output behavior* yang berbeda seiring dengan tingkat koefisien nya mengingat bahwa sistem yang dimodelkan memiliki karakter dinamis. Semakin besar tingkat koefisien nya pada rerata permintaan yang sama, sistem model akan menghasilkan *behavior* yang semakin berbeda. Permintaan dengan grafik *linear* tidak dapat langsung disamakan dengan eksponensial meskipun memiliki nilai rata-rata yang sama, karena dapat mempengaruhi *output* dan pengambilan kebijakan. Pada penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan aspek keuangan dan lingkungan dalam pengambilan keputusan. Selain itu juga dapat mempertimbangkan aspek teknis yang lebih detail seperti kemungkinan adanya perawatan dan produktivitas/kinerja mesin yang akan mempengaruhi kapasitas terpasang pada industri semen.

Daftar Pustaka

- Andhika, L. R. (2019). Model Sistem Dinamis: Simulasi Formulasi Kebijakan Publik. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Publik*, 10(1), 73–86. <https://doi.org/10.22212/jekp.v10i1.1242>
- Hartati, M., Ernanda, E., Nohirza, F. L., & Diniaty, D. (2019). Aplikasi Model Sistem Dinamis untuk Menganalisis Penjualan. *SPEKTRUM INDUSTRI*, 17(2), 133–142.

- Hilman, M. (2018). Model Simulasi Strategi Pengembangan Industri Kecil Menengah (Ikm) Anyaman Bambu. *Media Teknologi*, 04(02), 129–146.
- Kunche, A., & Mielczarek, B. (2021). Application of system dynamic modelling for evaluation of carbon mitigation strategies in cement industries: A comparative overview of the current state of the art. *Energies*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/en14051464>
- Lintang Trenggonowati, D., Patradhiani, R., & Kulsum. (2020). Pemodelan Sistem Dinamis Untuk Meningkatkan Produktivitas di CV. ABC Dynamic System Modeling to Increase Productivity at CV. ABC. *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1(1), 1. <http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/integrasi>
- Proaño, L., Sarmiento, A. T., Figueredo, M., & Cobo, M. (2020). Techno-economic evaluation of indirect carbonation for CO₂ emissions capture in cement industry: A system dynamics approach. *Journal of Cleaner Production*, 263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121457>
- Purnomo, B. H., & Izza, A. (2020). Model Sistem Dinamis Perencanaan Bahan Baku Pada Produk Veneer Di Pt. Xyz. *Agrointek*, 14(1), 75–87. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v14i1.5280>
- Rachma, E. A. (2020). Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Menggunakan Model Sistem Dinamik Di PT X. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.30998/joti.v2i1.4425>
- Rahayu, S. D., Rachawati, D., & Sutrisno. (2018). Penentuan Strategi Bersaing Berdasarkan Simulasi Sistem Dinamis. *Jurnal OPSI*, 11(1), 58–64.
- Ridwan, A., Ferdinant, P. F., & Laelasari, N. (2019). Simulasi Sistem Dinamis Dalam Perancangan Mitigasi Risiko Pengadaan Material Alat Excavator Dengan Metode Fmea Dan Fuzzy Ahp. *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, V(1), 51. <https://doi.org/10.36055/fwl.v0i0.5247>
- Romadlon, F., Kurniawan, H., & Ananda, R. (2020). Analysis of Postponement Practice in Cement Supply Chain: A Case Study. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 19(2), 176–185. <https://doi.org/10.23917/jiti.v19i2.11343>
- Salendu, F. N., & Hadi, Y. (2018). Analisis Dan Pemodelan Sistem Pengelolaan Sampah Yang Ada Di Universitas Ma Chung. *Kurawal - Jurnal Teknologi, Informasi Dan Industri*, 1(2), 82–88. <https://doi.org/10.33479/kurawal.2018.1.2.82-88>
- Sumiyati, Pradnyana, I. G. Y., & Widia, I. W. (2021). Model Sistem Dinamik Stok Beras untuk Mendukung Ketahanan Pangan Provinsi Bali Dynamic. *Jurnal Beta*, 9(1), 10–21.
- Syafrudin, M. H., & Nurhasanah, N. (2020). Perancangan Strategi Penjualan Menggunakan Dinamika Sistem Pada CV. Gajah Mungkur. *JURNAL Al-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 5(4), 215. <https://doi.org/10.36722/sst.v5i4.449>
- Trenggonowati, D. L., Safi, I., Umyati, A., Cheezy, C., & Skin, C. (2020). Pemodelan Sistem Dinamis Dalam Menentukan Supplier Menggunakan Simulasi Powersim. *Journal Industrial Servicess*, 5(2).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada Institut Teknologi Telkom Purwokerto yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.