PEMODELAN LIFE CYCLE PRODUK TUNGGAL MENGGUNAKAN RANTAI MARKOV

LIFE CYCLE MODELING ON A SINGLE PRODUCT USING MARKOV CHAINS

Susy Sundari[#1]

Prodi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No.01 Bandung, Indonesia

susysundari22@gmail.com

Abstrak

Produk merupakan kebutuhan yang tidak dapat dipisahkan dari konsumen. Berdasarkan sifat produksinya, produk akan mengalami suatu siklus hidup (*Life Cyce)* yaitu dimana produk akan melewati masa penarikan barang dan peluncuran produk baru. Sehingga perusahaan harus mempunyai strategi agar produk yang mereka luncurkan akan tetap bertahan di pasaran Didalam tugas akhir ini akan disusun ulang model *Life Cycle* Produk tunggal dimana perusahaan dapat mengambil keputusan yang tepat untuk mengambil strategi pemasaran produk agar perusahaan terhindar dari kebangkrutan. Pencarian solusi dengan cara membandingkan hasil yang menggunakan data random rantai markov dengan hasil yang menggunakan data random keseluruhan.

Kata Kunci : Produk*, Life Cycle,* Rantai Markov

Abstract

The product is an need requirement of the consumer. Based on the nature of its production, the product will experience a life cycle that is where the product will pass the period of goods withdrawal and new product launch. So the company must have a strategy for the products they launch will remain in the market In this final project will be rearranged a single product Life Cycle model where the company can take the right decision to take the product marketing strategy to avoid the company from insolvent. Finding a solution by means of compares the results which used generate random markov chain with the result using generate random .

Keywords : Product, Life Cycle, Markov Chain

1. Pendahuluan

Produk merupakan kebutuhan yang tidak dapat dipisahkan dari konsumen. Produk yang ditawarkan ke pasar sangat mempengaruhi kepuasan konsumen tergantung bagaimana kualitas produk tersebut. Produk juga terbagi kedalam beberapa jenis contohnya produk elektronik, produk makanan, produk minum dan masih banyak jenis produk yang lainnya [4].

Berdasarkan sifat produksinya, produk akan mengalami suatu siklus hidup (*Life Cyce)* yaitu dimana produk akan melewati masa penarikan barang dan peluncuran produk baru, perubahan siklus hidup itu yang membuat perusahan berusaha untuk mempertahankan produk yang sedang dipasarkannya. Setiap perusahan mempunyai strategi dimana produk yang akan diluncurkan harus bertahan dan mampu bersaing dengan produk-produk yang baru. Selama perluncuran produk perusahaan akan membandingkan setiap peluncuran produk pada satu periode dan nantinya perusahaan akan mengambil keputusan dalam hal peluncuran produk.

Hal yang paling utama yang harus diperhatikan adalah dengan membuat keputusan bahwa perusahaan harus mempertimbangkan kemungkinan terjadinya transisi produk, juga membuat produk yang lebih dinamis karena sangat mempengaruhi perusahaan itu sendiri dalam jangka waktu yang sangat panjang. Salah satu solusinya adalah dengan mengambil keputusan bahwa produk itu akan mengalami masa berakhirnya hidup produk

dipasaran. Produk juga terbagi kedalam 2 bagian yaitu ada produk tunggal dan ada juga penggambungan antara 2 produk berbeda yang akan diluncurkan nantinya. Pada penelitian sebelumnya. Banyak sekali cara untuk mengoptimalkan Siklus Hidup (*Life Cycle*) pada suatu produk, salah satunya pada penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan menggunakan metode *Boston Consulting Group* (BCG) dimana matrik BCG ini juga dapat mengambil keputusan dan mengoptimalkan *Life Cycle produk* [4].

Masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yaitu bagaimana memodelkan ulang *Life Cycle* sebuah produk tunggal, kemudian menentukan transisi produk hingga akhirnya persusahaan dapat mengambil keputusan dalam peluncuran produk setiap waktu dengan memodelkannya menggunakan metode *Markov Chain*.

Tinjauan Pustaka

2.1 Manajemen

Manajemen merupakan proses mengkoordinasi seluruh aktivitas yang ada dalam organisasi untuk mencapai tujuan yang efektif dan efisien. Beberapa ahli juga mendefinisikan pengertian manajemen berbeda-beda. Manajemen merupakan suatu wadah dalam ilmu pengetahuan sehingga dapat membuktikan kebenarannya secara umum. Suatu proses membuat perencanaan, pengorganisasian, memimpin dan mengendalikan berbagai usaha dari anggota organisasi dan menggunakan semua sumber daya organisasi untuk mencapai sasaran. Dari pengertian tersebut, manajemen merupakan rangkaian aktivitas-aktivitas yang dikerjakan oleh anggota organisasi untuk mencapai tujuannya [1].

2.2 Produk

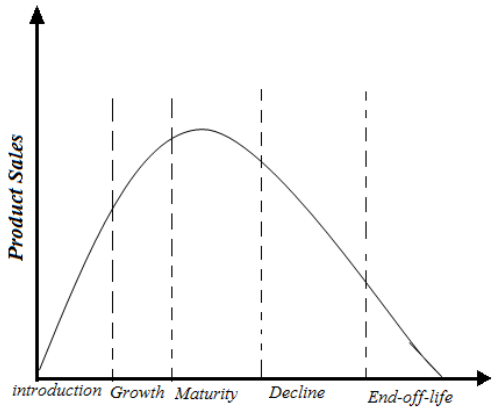
Produk merupakan semua yang ditawarkan ke pasar untuk diperhatikan, diperoleh dan digunakan atau dikonsumsi untuk dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan yang berupa fisik, jasa, orang, organisasi dan ide. Suatu produk dapat memuaskan konsumen bila dinilai dapat memenuhi atau melebihi keinginan dan harapannya [2].

Menurut (Cooper dan Kleinschmidt, 1987) Produk menjadi instrumen penting untuk mencapai kesuksesan dan kemakmuran pada perusahaan modern. Perkembangan teknologi, peningkatan persaingan global, serta kebutuhan dan keinginan pasar mengharuskan perusahaan melakukan pengembangan produk yang terus-menerus. Hanya ada dua pilihan yaitu sukses dalam pengembangan produk sehingga menghasilkan produk yang unggul, atau gagal dalam pencapaian tujuan bisnisnya karena produk yang tidak mampu bersaing dipasar [3].

Ada 2 jenis golongan pada produk yaitu, produk tunggal dan *multiproduk*. Produk tunggal adalah produk yang hanya terfokus kepada satu jenis produk saja. Sedangkan *multiproduk* adalah produk yang mempunyai berbagai jenis produk yang diproduksi.

2.3 Siklus Hidup Produk (*Product Life Cycle*)

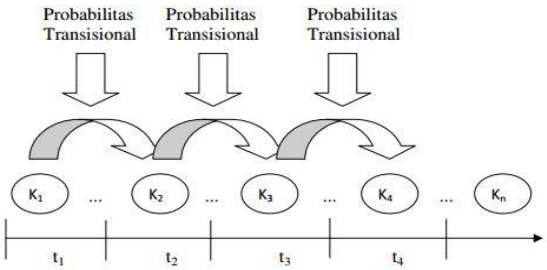
Siklus Hidup Produk (*Product Life Cycle*) yaitu suatu grafik yang menggambarkan riwayat produk sejak diperkenalkan ke pasar sampai dengan ditarik dari pasar. Siklus Hidup Produk (*Product Life Cycle*) merupakan konsep yang penting dalam pemasaran karena memberikan pemahaman yang mendalam mengenai dinamika bersaing suatu produk. Pada umumnya yang digunakan adalah penggolongan kedalam empat tahap, yaitu *introduction, growth, maturity, decline* dan *end-of-life* [4].



Gambar 2.1 *Phase Product Life Cycle*

2.4 Rantai Markov

Markov Chain adalah proses *stokhastik* dimana kejadian saat ini tergantung pada kejadian sebelumnya dan hanya tergantung pada saat itu saja. Gambaran mengenai rantai Markov akan dijelaskan bagaimana gerakan-gerakan dari beberapa variabel di masa yang akan datang bisa diprediksi berdasarkan gerakan-gerakan variabel tersebut pada masa lalu. K_{t4} dipengaruhi oleh kejadian K_{t3}, K_{t3} dipengaruhi oleh kejadian K_{t2} dan demikian seterusnya dimana perubahan ini terjadi karena peranan probabilitas transisi (transition probability). Kejadian K_{t2} misalnya, tidak akan mempengaruhi kejadian K_{t4} [5].



Gambar 2.2 Peristiwa dalam rantai markov

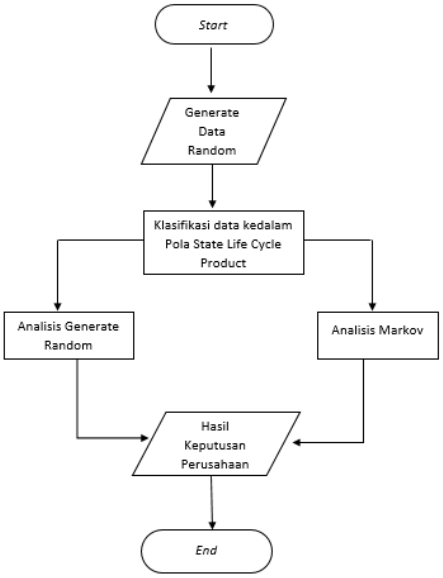
2.5 Peluang Transisi

Rantai Markov terdefinisi oleh matriks peluang transisinya. Matriks peluang transisi adalah suatu matriks yang memuat informasi yang mengatur perpindahan Sistem dari suatu state ke state lainnya. Matriks peluang transisi sering disebut juga matriks stokastik karena peluang transisi adalah tetap dan tidak bergantung pada waktu t, dimana adalah peluang transisi satu langkah yang bergerak dari keadaan i ke keadaan j. Melalui matriks peluang transisi maka dapat ditentukan klasifikasi state pada rantai markov [13]. Matriks peluang transisi P_{ij} adalah :

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & \cdots & P_{0j} \\ P_{10} & P_{11} & & P_{1j} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ P_{i0} & P_{i1} & \cdots & P_{ij} \end{bmatrix}$$

3. Metodologi dan Desain Sistem

Perancangan Sistem ini merupakan alur dari cara kerja tugas akhir yang dimulai dari pengumpulan data sampai hasil yang didapat nantinya. Pertama dengan menganalisis peluncuran produk pada suatu perusahan data didapat dengan cara mengenerate random kemudian dibuat beberapa pola model untuk mencari *state-state* yang mungkin terjadi pada peluncuruan produk dengan cara mengklasifikasiannya, kemudian menganalisis hasil dari klasifikasi data dan sampai akhirnya perusahaan dapat menentukan keputusan yang mungkin di ambil dalam peluncuran produk perusahaan agar perusahaan tidak mengalami kebangkrutan dengan menggunakan *Markov Chains*. Berikut flowchat sistem dari tugas akhir ini

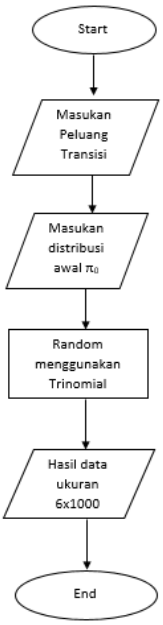


Penjelasan Flowchart sistem:

1. Data dikumpulkan dengan cara mengenerate data secara *random* atau acak dengan menggunakan rantai markov dan random secara keseluruhan yaitu peluang naik, peluang *stagnan*, dan peluang turun. Hasil yang muncul setelah *generate* data berbentuk bilangan bulat dengan ukuran data 6x1000.
2. Hasil data yang telah dirandom dengan ukuran data 6x1000 dianalisis setiap kolomnya, kolom tersebut diasumsikan sebagai satu simulasi produk. Setiap kolom yang memiliki nilai awal 0 atau -1 pada baris pertama maka kolom tersebut bisa dikatakan mengalami gagal luncur. Karena 0 atau -1 tidak terjadi pergerakan dipasaran. Selanjutnya jika pada kolom selanjutnya nilai baris pertama 1 maka produk bergerak, sehingga dapat dilihat pergerakan selanjutnya agar dapat di klasifikasikan apakah produk tersebut masuk kedalam pola mana yang telah ditentukan.
3. Analisis generate random menganalisis hasil pengklasifikasian yang menggunakan data generate random secara keseluruhan dengan melihat pergerakan naik turunnya produk pada setiap pola.
4. Pada tahapan analisis markov ini dilakukan agar mendapatkan peluang transisi yang baru sehingga peluang transisi yang sekarang dapat digunakan untuk menganalisis keadaan suatu perusahaan dimasa yang akan mendatang. Pada analisis ini setiap kejadian sekarang mempengaruhi kejadian selanjutnya, sehingga pergerakan naik turunnya produk pada setiap pola ialah dengan melihat peluang transisi yang digunakan
5. Pengambilan keputusan perusahaan dengan melihat hasil analisis pada percobaan-percobaan yang telah dilakukan.

3.2 Diagram Alur Generate data menggunakan Rantai markov

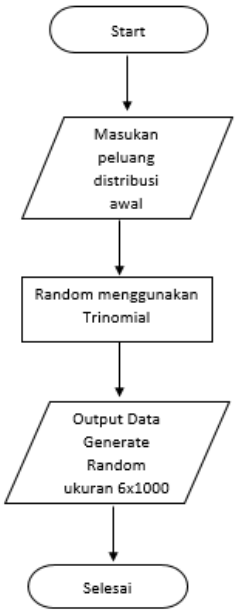
Data pertama didapatkan dengan mengenerate data random menggunakan rantai markov. Berikut alur cara kerja generate menggunakan rantai markov



Penjelasan flowchart :

1. Tentukan asumsi awal untuk matriks peluang transisi dengan ukuran 3x3. Dengan simbol -1, 0, 1
2. Asumsikan distribusi awal π_0 dengan matriks ukuran 1x3 sampai π_n sejumlah simulasi
3. Random dengan ukuran data 6x1000 menggunakan model trinomial agar mendapatkan lebih dari 2 keadaan.
4. Jika random menghasilkan angka -1 maka ambil π dari matriks transisi baris 1. Jika nilai random muncul dengan angka 0 maka ambil π dari matriks peluang transisi baris ke 2. Dan jika random nilai muncul dengan angka 1 maka ambil π dari matriks peluang transisi 3.

3.3 Diagram Alur Generate data Secara Keseluruhan



Penjelasan flowchart :

1. Input distribusi awal dengan 3 nilai peluang yang berbeda untuk nilai turun,stagnan,dan naik
2. Random menggunakan model trinomial untuk mendapatkan lebih dari 2 keadaan. Karena pada asumsi awal menggunakan 3 transisi sehingga akan memunculkan 3 keadaan.
3. Output data random dengan ukuran data 6x1000 , 6 merupakan tahun atau *state* dan 1000 merupakan jumlah simulasi produk yang dilakukan

4. Pengujian dan Analisis

4.1. Analisis Data

Data dipatkan dengan cara *generate random* dengan ukuran data 6x1000. Diasumsikan 6 merupakan jumlah tahun atau *state* dan 1000 jumlah data produk yang disimulasikan, dan dilakukan random secara berulang menggunakan random markov dan random data secara keseluruhan. Seperti pada tabel 4.1 hasil generate *random* yang muncul berupa tabel-tabel dengan 6 data kebawah dan 1000 data kesamping merupakan simulasi yang dilakukan.

-1	0	1	1	1	1	1	1
1	-1	-1	1	1	0	0	1
0	-1	1	-1	1	1	0	0
1	-1	1	-1	-1	0	0	1
-1	0	-1	1	-1	-1	1	1
1	1	1	1	1	1	-1	1

Tabel 4.1 Sampel Hasil Generate Data

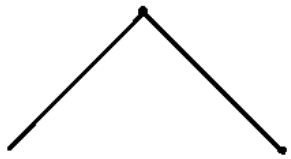
4.2. Model *State Life Cycle Product*

Dilakukan analisis pemodelan *state life cycle product* yang mungkin akan terjadi pada produk. Dalam pemodelan ulang *life cycle product* ada 3 transisi awal yang disimbolkan dengan angka 1 untuk produk naik, 0 untuk *stagnant* (tetap), dan -1 untuk produk turun. Dalam pembuatan pemodelan *state* ini mengacu kepada 3 transisi awal yang telah di tentukan. Karena yang dicari adalah peluang bangkrutnya perusahaan maka pola yang dicari pun adalah pola produk yang mengalami masa *end-of-life* atau tidak bergeraknya produk dipasaran.

1. bergeraknya produk atau gagalnya peluncuran produk. Gagalnya peluncuran suatu produk pada suatu perusaan diawali dengan produk yang tidak bergerak naik, sehingga produk itu sendiri tidak bisa di luncurkan.

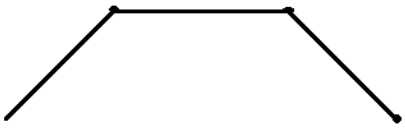
Gambar 4.1 Pola gagal luncur produk dengan *state* awal 0 dan -1

2. Produk mengalami masa kenaikan pada awal peluncuran dan pada tahun ke 2 produk berhenti bergerak di pasaran



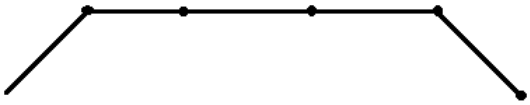
Gambar 4.2 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 -1)

3. Pada tahun pertama mengalami kenaikan, tahun kedua produk bertahan di pasaran dan pada tahun ke 3 produk berhenti bergerak



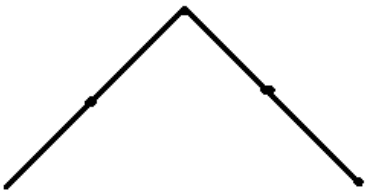
Gambar 4.3 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 0 1)

4. Pada pola ke 4 ini produk mengalami penurunan dipasaran dan berhenti bergerak pada state ke 5 setelah sebelumnya bertahan dipasaran dengan jangka waktu yang cukup panjang



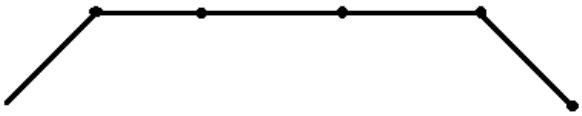
Gambar 4.4 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 0 0 1)

5. Pada pola ke 5 produk mengalami kenaikan di state pertama dan ke 2, kemudian menurun pada *state* ke 3 dan pada *state* ke 4 produk berhenti bergerak di pasaran



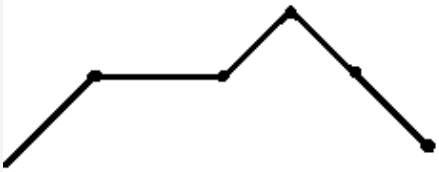
Gambar 4.5 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 1 -1 -1)

6. Produk pada pola ke 6 mengalami masa tetap bertahan di pasaran selama 3 *state* kemdian pada *state* ke 5 produk berhenti bergerak di pasaran.



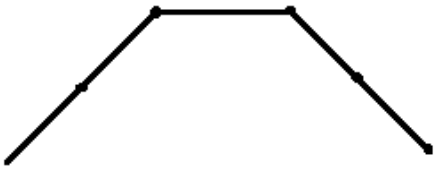
Gambar 4.6 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 0 0 0 1)

7. Pola ke 7 ini menunujukan siklus hidup dimana produk mengalami stagnan pada *state* 2 kemudian mengalami kenaikan pemasaran pada *state* ke 3 dan mengalami penurunan sampai akhirnya produk tidak dapat bergerak di pasaran.



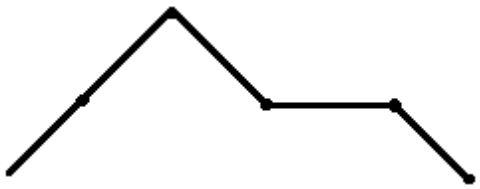
Gambar 4.7 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 0 1 -1 -1)

8. Pola ke 8 menunjukan kenaikan produk selama 2 *state* kemudian produk *stagnan* di *state* ke 3 dan produk meluncur turun langsung ke *state* ke 4 dan 5.



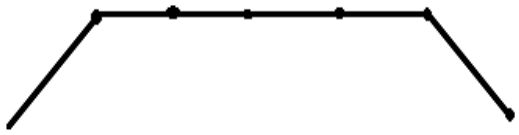
Gambar 4.8 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 1 0 1 1)

9. Pola ke 9 mengalami naik secara berangsur dari *state* 1 ke *state* 2 tetapi pada *state* ke 3 mengalami penurunan produk dan bertahan di dipasaran di *state* ke 4 kemudian menurun di *state* ke 5 sehingga mengakibatkan produk berhenti bergerak di pasaran.



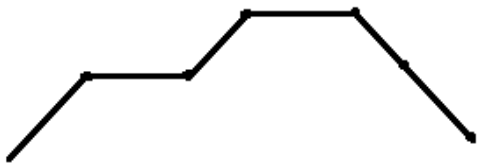
Gambar 4.9 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 1 -1 0 -1)

10. Sama seperti pada pola 4 dan 6 di pola ke 10 ini produk mengalami masa tetap bertahan di pasaran sangat lama yaitu dari *state* 2 sampai *state* 5 kemudian berhenti bergerak pada *state* 6.



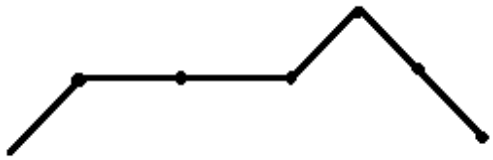
Gambar 4.10 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 0 0 0 0 1)

11. Pola ke 11 menjukan pergerakn siklus hidup produk yang bergerak secara tidak teratur. Pada state pertama produk mulai bergerak kemudian bertahan di pasaran hingga state ke 2, mengalami kenaikan dan penuruan pada state ke 3 dan 4 kemudian mengalami penurunan lagi hingga state ke 5 sehingga menyebabkan produk berhenti dipasaran.



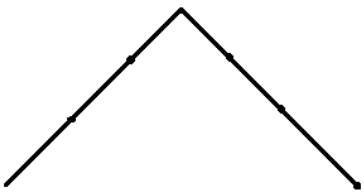
Gambar 4.11 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 0 1 0 -1 -1)

12. Pola ke 12 menjukan produk mengalami masa stagnan di state 2 dan 3 kemudian naik ke state ke 4 dan turun pada state ke 5,6 sehingga produk berhenti bergerak di pasar.



Gambar 4.12 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 0 0 1 -1 -1)

13. Pada pola ke 13 hanya terjadi 2 transisi yaitu naik dan turun. Pola ke 13 mengalami kenaikan 3 state berturut-turut tetapi kemudian menurun hingga produk tidak dapat bergerak di pasaran.



Gambar 4.13 Siklus Hidup Produk dengan *state* (1 1 1 -1 -1 -1)

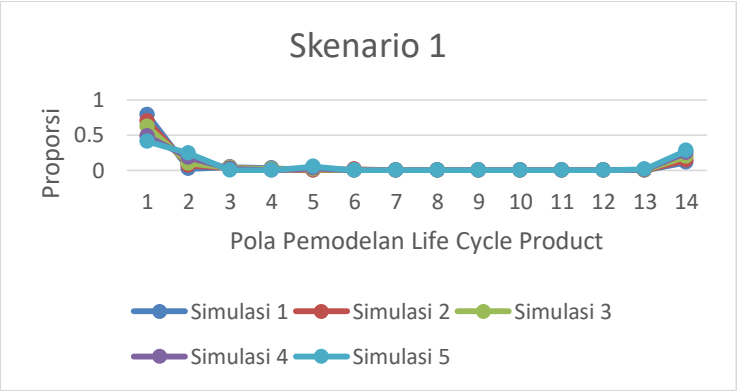
14. *Else* tidak ada produk yang berhenti bergerak atau produk tetap bertahan di pasaran sampai melebihi *state* yang ditentukan.

4.3. Analisis Simulasi Generate Random

Dari simulasi yang dilakukan dengan mengenerate data secara random menggunakan random data secara keseluruhan sehingga satu kejadian tidak mempengaruhi kejadian yang lainnya. Kemudian data yang telah di random menggunakan distribusi awal yang berbeda-beda di klasifikan kedalam *state-state life cycle product* yang telah didapatkan sebelumnya. Cara mengklasifikasikan data kedalam pola-pola yang telah ditentukan ialah dengan cara

4.3.1 Skenario 1 dengan Peluang *Stagnan* konstan < 0,1

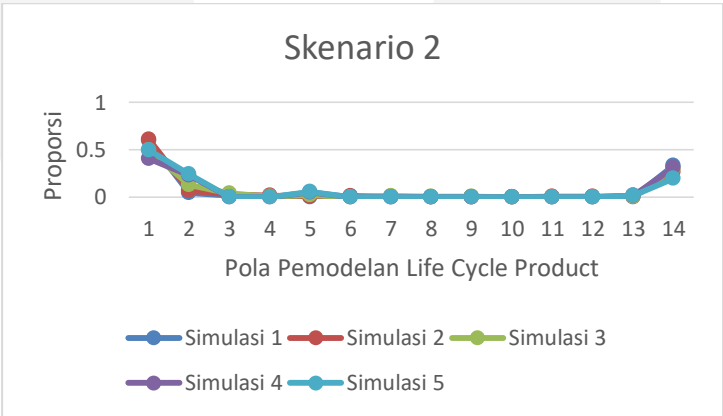
Dengan jumlah data simualasi produk keseluruhan yang dilakukan pada skenario 1, dengan inputan nilai peluang *stagnan* < 0.1 secara konstan dan memasukan nilai peluang naik dan turun bergerak ke kanan mengikuti peluang *stagnan* < 0.1.



Gambar 4.1 Grafik dengan Peluang *Stagnan* < 0.1 Secara Konstan

4.3.2 Skenario 2 dengan Peluang *Stagnan* konstan < 0.2

Dengan memasukan distribusi awal yang berbeda-beda selama 5 kali percobaan, dengan inputan nilai peluang *stagnan* < 0.2 secara konstan dan memasukan nilai peluang naik dan turun bergerak ke kanan mengikuti peluang *stagnan* < 0.2.



Gambar 4.2 Grafik dengan Peluang *Stagnan* < 0.2 Secara Konstan

4.4. Analisis Markov

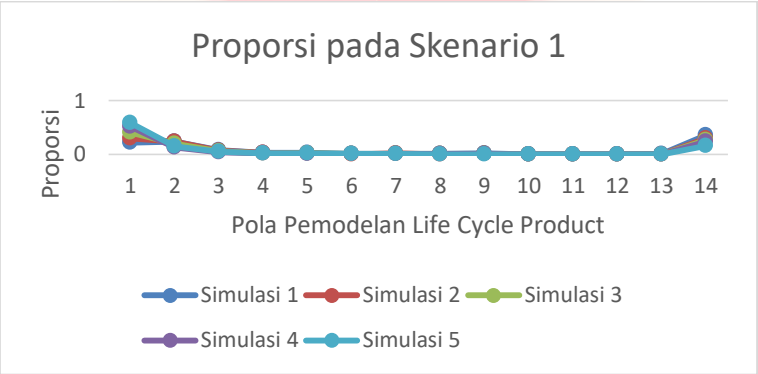
Analisis markov dilakukan dengan cara mengenerate data secara *random* menggunakan peluang transisi sehingga data yang dihasilkan adalah data yang dibentuk dari peluang transisi awal dan membentuk konsep rantai markov. Cara menghasilkan peluang transisi baru dari hasil generate data dengan transisi awal adalah sebagai berikut

1. Masukan peluang transisi awal dan distribusi awal untuk mengenerate data random

2. Hasil dari hasil generate data 6x1000 dimana kolom 1000 menunujukan simulasi dan baris yang berjumlah 6 menunjukan tahun atau *state*. Kemudian menghitung peluang transisi dengan cara melihat dari kolom ke 1 sampai kolom 1000 perpindahan transisi yang terjadi. Berikut merupakan perpindahan transisi akan terjadi $\begin{matrix} P(-1|-1) & P(-1|0) & P(-1|1) \\ P(0|-1) & P(0|0) & P(0|1) \\ P(1|-1) & P(1|0) & P(1|1) \end{matrix}$
3. Setelah didapatkan jumlah perpindahan pada setiap transisi maka dijumlahkan berapa peluang yang muncul berdasarkan baris kemudian dibagi dengan jumlah kejadian pada setiap baris seperti pada rumus peluang $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$ maka akan di dapatkan peluang transisi yang baru.

4.4.1 Skenario 1

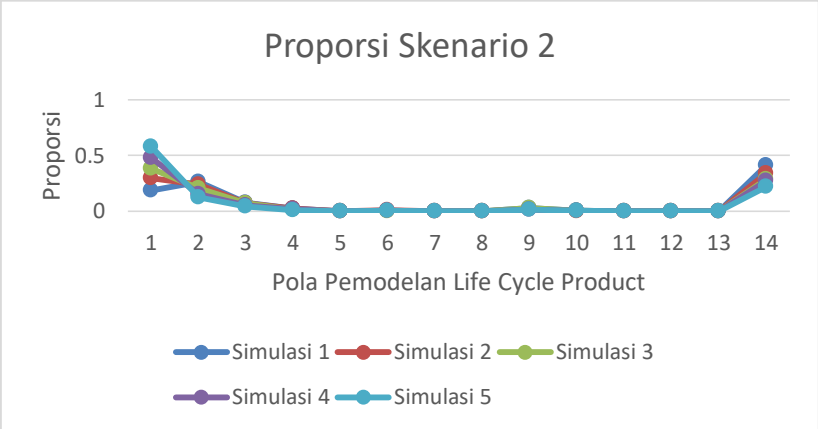
Peluang transisi awal yang dipakai didalam skenario 1 dengan membagi nilai peluang transisi secara merata $\begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix}$



Gambar 4.3 Grafik Proporsi dengan Peluang Awal 0.3

4.4.2 Skenario 2

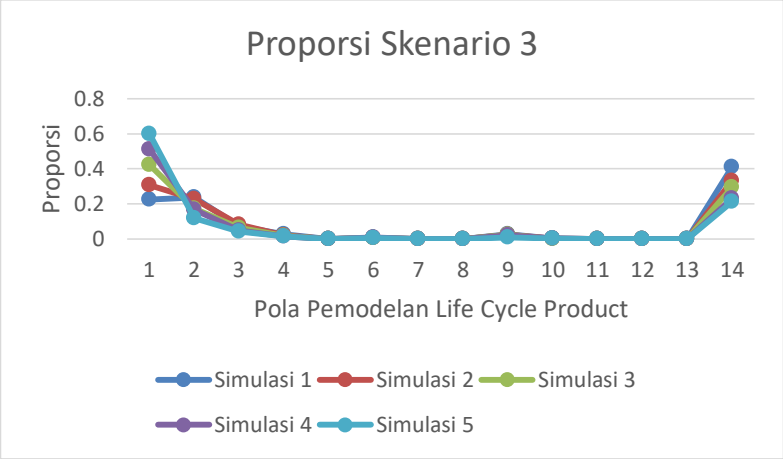
Pada skenario 2 menggunakan peluang transisi yang didapat dari peluang transisi sebelumnya. Sehingga di dapat $\begin{bmatrix} 0.33 & 0.33 & 0.33 \\ 0.31 & 0.34 & 0.35 \\ 0.31 & 0.33 & 0.36 \end{bmatrix}$ untuk dijadikan sebagai peluang transisi yang baru.



Gambar 4.4 Grafik Proporsi Skenario 2

4.4.3 Skenario 3

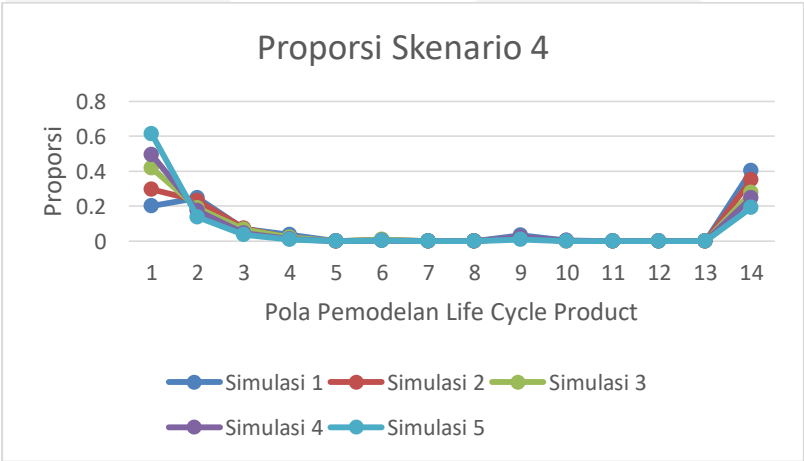
Sama seperti pada skenario sebelumnya skenario ke 3 ini menggunakan peluang transisi yang didapat dari peluang transisi sebelumnya yaitu dari skenario ke 2. Didapat $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0.3 & 0.35 & 0.35 \\ 0.32 & 0.33 & 0.35 \end{bmatrix}$ untuk dijadikan sebagai peluang transisi yang baru.



Gambar 4.5 Grafik Proporsi pada Skenario 3

4.4.4 Skenario 4

Peluang transisi yang digunakan pada skenario 4 ini didapatkan dari perhitungan peluang transisi pada skenario 3. Didapat $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0.29 & 0.34 & 0.4 \\ 0.32 & 0.33 & 0.3 \end{bmatrix}$ untuk dijadikan sebagai peluang



Gambar 4.6 Grafik Proporsi Skenario 4

4.4.1 Pengambilan Keputusan Generate Data *Random* Keseluruhan

Dari percobaan simulasi yang menggunakan generate random keseluruhan dari skenario 1 dan 2 dengan mengunci nilai stagnan tetap maka peluang paling kecil perusahaan mengalami kebangkrutan adalah Pada skenario ke 1 dengan menggunakan distribusi awal naik 0.4 stagnan 0.1 dan turun 0.5 dengan jumlah produk yang mengalami kegagalan 310 dan produk yang masih bergerak di pasaran sebanyak 401 produk.

4.4.2. Pengambilan Keputusan Generate Data *Random* Keseluruhan

Dari ke 4 skenario yang dilakukan dengan menggunakan peluang transisi yang berbeda-beda dimana setiap peluang transisi didaptkan dari hasil perhitungan pada skenario sebelumnya didaptkan hasil perhitungan agar perusahaan tidak mengalami kebangkrutan dengan mencari peluang gagal luncur paling sedikit. Dan pada pengambilan keputusan ini perusahaan dapat mengambil keputusan dengan menggunakan

peluang transisi pada skenario 2 $\begin{bmatrix} 0.33 & 0.33 & 0.33 \\ 0.31 & 0.34 & 0.35 \\ 0.31 & 0.33 & 0.36 \end{bmatrix}$ dan dengan distribusi awal (0.1 0.1 0.8) dengan peluang gagal luncur produk0.188 dan produk masih berada di pasaran 0.411

5.1 Kesimpulan

Dengan melakukan beberapa kali skenario dan menggunakan analisis yang berbeda maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut;

1. Pada simulasi dengan menggunakan generate random secara keseluruhan dengan mengunci nilai stagnan 0.2 maka sedikit produk yang mengalami gagal luncur.
2. Perusahaan dapat mengambil keputusan dengan menggunakan rantai markov dengan cara melakukan beberapa kali perubahan peluang transisi yang berbeda, dimana peluang transisi awal akan menghasilkan peluang transisi yang baru yang dapat digunakan untuk skenario berikutnya. Perhitungan peluang transisi dilakukan dari hasil generate data.
3. Pada simulasi dengan menggunakan rantai markov perusahaan dapat mengambil keputusan menggunakan skenario ke 2 dengan peluang produk gagal luncur paling sedikit dan memiliki produk yang masih bertahan di pasar paling banyak.

5.2 Saran

Saran dari tugas akhir ini ialah sebaiknya menggunakan perhitungan dengan menggambil data produk yang lebih akurat sehingga perhitungan dapat lebih maksimal.

Referensi

[1] Bangun, 2008, *Intisari Manajemen*, BPFE Yogyakarta.

[2] Homburg, Christian; Rudolph, Bettina, (2001), C*ustomer satisfaction in industrial markets: dimensional and multiple role issues*, Manheim University, Germany

[3] Mulyono, Hadiyanto, Bayu; Yoestini; Nugraheni, Rini; Kamal, Mustofa, (2007), “Analisis pengaruh kualitas produk dan kualitas layanan terhadap kepuasan konsumen (Studi kasus perumahan puri mediterania Semarang)”, Universitas Diponegoro, Semarang.

[4] Wahyuandari, Wenni , (2013), “Analisis matrik boston consulting group (BCG) terhadap portofolio produk guna perancangan strategi pemasaran dalam menghadapi persangan”, Universitas Tulungagung, Indonesia.

[5] Haryati, H., 1996. *Distribusi stasioner rantai markov waktu diskrit* (Doctoral dissertation, FMIPA UNDIP).

[6] Bellman., R. E. (2003) [1957]. *Dynamic Programming* (Dover paperback ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.

[7] Mausam, “*Markov Decision Process chapter* 17”,

[8] Ahiska, S. Sebnem, and Russell E. King. "Life cycle inventory policy characterizations for a single-product recoverable system." *International Journal of Production Economics* 124.1 (2010): 51-61.

[9] Nagarajan,M.,Rajagopalan,S.,2008.Inventorymodelsforsubstitutableproducts: optimal policiesandheuristics.Manag.Sci.54(8),1453–1466.

[10] Biçer, I., Seifert, R.W., (2015). *Optimal production and investment policies under evolutionary demand risk. Working Paper*, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne, Switzerland.

[11] Seifert, R. W., Tancrez, J. S., & Biçer, I. (2016). Dynamic product portfolio management with life cycle considerations. *International Journal of Production Economics*, *171*, 71-83.

[12] Thomopoulos, Nick T. "Demands, Backorders, Service Level, Lost Sales And Effective Service Level." *Journal of Business & Economics Research (JBER)* 2.11 (2011).

[13] Haryati, H., 1996. "***Distribusi stasioner rantai markov waktu diskrit"*** (Doctoral dissertation, FMIPA UNDIP)