

Model ABC Multi-Criteria Inventory Classification (MCIC) Menggunakan Pemrograman Linear pada Produk Kimia

ABC Multi-Criteria Inventory Classification (MCIC) Model Using Linear Programming for Chemical Product

Eko Pratomo¹⁾

¹⁾ Politeknik APP Jakarta, Jl. Timbul No. 34 Jakarta, 12630, Indonesia

^{*)} Penulis korespondensi : ekoprato@gmail.com

DOI Number : [10.30988/jmil.v3i2.242](https://doi.org/10.30988/jmil.v3i2.242)

Diterima: 10 10 2019

Disetujui: 19 11 2019

Dipublikasi: 29 11 2019

Abstract

In order to maintain their inventory efficiently, enterprises need to prioritize inventory policies considering multiple criteria. A Multi Criteria Inventory Classification (MCIC) is one of the most effective techniques widely used to classify inventory. In this paper, multiple criteria (annual value, lead time, cost per unit) are considered on ABC inventory classification. The aim of this study is classify products considering those multiple criteria. Multiple criteria ABC Classifications methodology developed by Ramanathan-Model and Ng-Model are used and compared with traditional method. Data are collected from annual chemical product transaction on PT XYZ during 2018. In this paper, linear programming method is used to solve ABC MCIC Model. The result of this study show that 12 items (14%) are identified as Class A, 26 items (30%) as class B and the remaining 48 items (56%) as C Class. In our conclusion, we propose inventory policies based on the result of the ABC Models.

Keywords: ABC Model; MCIC; Traditional Model; Ramanathan-Model; Ng-Model; Linear Programming; Chemical Product.

Abstrak

Dalam mengelola persediaan secara efisien, perusahaan perlu menentukan prioritas pengelolaan persediaan dengan mempertimbangkan beberapa kriteria. Klasifikasi ABC Multi Kriteria (MCIC) merupakan model klasifikasi persediaan barang yang umum digunakan oleh perusahaan dalam mengelola persediaan dalam jumlah besar. Penelitian ini menggunakan multi kriteria berupa nilai total produk, lead time dan biaya per unit. Tujuan penelitian adalah mengelompokkan jenis/kelas barang sesuai dengan tingkat kepentingan dengan mempertimbangkan multi kriteria. Metode Multi kriteria yang telah dikembangkan oleh Ramanathan-Model dan Ng-Model dibandingkan dengan hasil klasifikasi Single criteria ABC (Traditional model). Data yang digunakan adalah data tahunan transaksi produk kimia PT XYZ di tahun 2018. Penyelesaian model ABC multi kriteria (MCIC) dengan pemrograman linear. Terdapat 86 items produk kimia yang diklasifikasikan dengan hasil klasifikasi A sejumlah 12 item (14%), B sejumlah 26 item (30%) dan item C sejumlah 48 item (56%). Pada penelitian ini juga disampaikan kebijakan inventory masing-masing kelas berdasarkan hasil klasifikasi ABC model yang telah dilakukan.

Kata Kunci: Model ABC; MCIC; Model tradisional; Model Ramanathan; Model Ng; Pemrograman Linear; Produk kimia.

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya, perusahaan mengelola barang dalam jumlah besar baik itu bahan baku maupun produk. Pengendalian persediaan merupakan salah satu cara yang digunakan dalam upaya efisiensi. Persediaan dalam jumlah besar sering melibatkan proses administrasi, finansial dan *economic of scale* dari sarana penyimpanan, transportasi dan material handling [1]. Oleh karena itu, perusahaan melakukan pengelompokan barang sesuai dengan tingkat kepentingannya sehingga kebijakan dapat diambil terhadap kelompok barang-barang persediaan tersebut.

Salah satu metode yang umum digunakan dalam pengelompokan barang persediaan sesuai kepentingan adalah metode Klasifikasi ABC. Perusahaan menggunakan klasifikasi ABC analisis dengan menetapkan jenis barang ke dalam salah satu dari tiga kriteria yaitu A, B atau C [2]. Kelas A dikategorikan sebagai barang yang sangat penting bagi perusahaan, sementara kelas B merupakan barang dengan kepentingan sedang dan kelas C dengan kepentingan paling rendah [3]. Masing – masing dapat ditangani secara berbeda-beda dimana pengendalian persediaan terhadap barang dengan kategori A lebih diprioritaskan dibandingkan dengan kategori B [4]. Kategori A merupakan barang yang sangat penting sehingga pihak manajemen akan memberikan perhatian yang lebih besar [5]. Hal ini wajar dilakukan karena nilai total barang tersebut memiliki porsi sangat besar bagi pengeluaran perusahaan.

Metode klasifikasi inventori menggunakan single dan multiple kriteria pada dasarnya dapat dibedakan menjadi dua kategori yaitu metode optimalisasi dan non optimalisasi. Metode optimalisasi dilakukan dengan memaksimalkan agregat skor berdasarkan fungsi objektif (tujuan) [2]. Penentuan klasifikasi berdasarkan peringkat skor yang dihasilkan dari hasil optimalisasi. Metode Ramanathan [6] dan Ng [7] adalah beberapa metode klasifikasi dengan optimalisasi

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *cluster analysis*, *decision tree*, *distance modeling*, *graphical matrix* dan *neural network* merupakan beberapa contoh yang tidak menggunakan metode optimalisasi [8].

Klasifikasi ABC tradisional mengelompokkan kelas barang berdasarkan nilai akumulatif barang tersebut dalam satu tahun. Metode ini mudah digunakan namun dapat menimbulkan inefisiensi pada pengelolaan persediaan [9]. Keputusan yang tidak tepat sering terjadi terhadap nilai total barang yang sangat tinggi namun tidak terlalu kritis terhadap proses bisnis, begitu juga dengan nilai total barang yang tinggi namun memiliki waktu ancap-ancang (*lead time*) yang singkat. Resiko kekurangan barang dengan *lead time* lama lebih besar dibandingkan dengan *lead time* yang singkat [8]. Dengan demikian, barang dengan *lead time* lama memiliki kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan dengan barang dengan *lead time* singkat jika dilihat dari resiko kekurangan/ keterlambatan kedatangan barang. Oleh karena itu, metode tradisional dengan hanya mempertimbangkan nilai total barang sebagai kriteria dapat memberikan keputusan yang tidak tepat terhadap klasifikasi barang persediaan.

Multi-Criteria Inventory Classification (MCIC) merupakan metode yang mempertimbangkan beberapa kriteria dalam menentukan kelas barang persediaan. Metode ini dapat memberikan alternatif kriteria dimana kriteria selain nilai total barang juga dianggap penting dalam klasifikasi. Kriteria biaya per unit dan *lead time* dapat dipertimbangkan sebagai komponen penting dalam penentuan keputusan tersebut.

Beberapa literatur memberikan metode pengelompokan barang persediaan dengan multi-kriteria antara lain dilakukan oleh Ramanathan [6] dan Ng [7]. Model digunakan lebih lanjut oleh Pandya [10], Iqbal [2] dan Serawati [11]. Kiyak [12] menerapkan model Ng dengan data dari metode *Distance Based Consensus* yang dikembangkan oleh Bhattacharya [13].

Jeddou [14] melakukan study empiris terhadap klasifikasi multi kriteria ABC berupa *unit price*, *lead time*, *critical of the article* dan jumlah klien pada komponen otomotif. *Annual cost*, *critical factor* dan *replenishment lead time* juga digunakan sebagai kriteria dalam study kasus yang dilakukan oleh Lolli [1] dengan metode AHP-K-Veto.

Pada model Ramanathan, kriteria yang digunakan adalah *unit cost*, *annual dollar usage* dan *lead time* sama dengan kriteria yang digunakan pada model Ng. Perbedaan dari dua model ini adalah model penyelesaiannya. Model Ramanathan menggunakan skor masing masing kriteria yang didapat dengan maksimasi *multiplier Data Envelope Analysis* (DEA) menggunakan metode pemrograman linear. Model Ng menggunakan maksimasi DEA dengan menggunakan bobot variabel endogenous dengan klasifikasi dari nilai *partial average*.

Klasifikasi persediaan ABC dapat memberikan manfaat seperti mengendalikan *dead stock*, pembelian, pengelolaan space gudang, pemantauan jumlah persediaan secara efisien dan pengendalian *lead time* [15].

Pada paper ini disajikan penghitungan klasifikasi ABC baik itu dengan single kriteria (tradisional), model Ramanathan dan model Ng. Data yang digunakan adalah data transaksi selama kurun waktu setahun (2018) pada PT XYZ. Jumlah transaksi yang diolah sebanyak 10.048 transaksi untuk 86 jenis produk kimia yang digunakan untuk menentukan nilai *lead time*, biaya per unit dan total nilai produk. PT XYZ adalah distributor dan importir utama produk kimia sebagai bahan baku industri manufaktur.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Model ABC Tradisional

Model Tradisional ABC menggunakan kriteria total nilai barang (kumulatif penyerapan modal) pada penentuan kelas barang. Model menggunakan prinsip yang

dikemukakan oleh Pareto dimana 20% dari populasi menghasilkan kontribusi 80% nilai output, 30% populasi berkontribusi terhadap 15% nilai output dan 50% berkontribusi terhadap 5% output [16]. Pada perkembangannya, konsep ini digunakan dalam pengendalian persediaan dengan mengklasifikasikan barang dari nilai tertinggi ke nilai terendah. Nilai kumulatif penyerapan modal 80% ditetapkan sebagai kelas A, 15% sebagai kelas B dan 5% sebagai kelas C.

2.2 Model Ramanathan

Diasumsikan jumlah item barang yang dikelola adalah i dengan kriteria j . Pengelompokan kelas A, B dan C berdasarkan skor performansi masing-masing item. Ukuran kriteria rata-rata item (y_{ij}) dan transformasi nilai kriteria j untuk item i adalah x_{ij} . Semua kriteria memiliki kontribusi positif terhadap performansi [5]. Dalam hal ini terdapat tiga kriteria yaitu total nilai barang (*annual value*), biaya per unit dan *lead time*. Kontribusi positif berarti semakin tinggi nilai masing-masing kriteria tersebut maka semakin penting bagi pengelolaan persediaan.

Bobot masing-masing kriteria (v_{ij}) diperlukan dalam menyelesaikan model ini. Optimalisasi dilakukan untuk menentukan bobot yang menghasilkan nilai performansi total maksimum dengan fungsi pembatas jumlah skor masing-masing item lebih kecil atau sama dengan 1 (satu) dan bernilai positif. Secara jelas model ini ditunjukkan pada persamaan di bawah ini:

$$Max \sum_{j=1}^{j=J} v_{mj} x_{mj} ; \quad (1)$$

Dengan fungsi pembatas:

$$\sum_{j=1}^{j=J} v_{mj} x_{nj} \leq 1, \quad n = 1,2,3 \dots N \quad (2)$$

$$v_{mj} \geq 0, \quad j = 1,2,3 \dots J \quad (3)$$

$$x_{ij} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,3..I}(y_{ij})}{\max_{i=1,2,3..I}(y_{ij}) - \min_{i=1,2,3..I}(y_{ij})} \quad (4)$$

Skor S_{ij} dihitung dengan persamaan di bawah:

$$S_{ij} = v_{mj} x_{ij} \quad (5)$$

Langkah penyelesaian model sebagai berikut:

- Menghitung x_{ij} dengan menggunakan persamaan (4)
- Menentukan fungsi tujuan dengan persamaan (1) nilai x_{mj} diperoleh dari akumulasi nilai x untuk m item
- Menentukan fungsi pembatas masing-masing item dengan persamaan (2) dan fungsi pembatas bobot v_{mj} pada persamaan (3)
- Melakukan optimalisasi persamaan (1) dengan fungsi pembatas (2) dan (3).
- Menghitung skor masing - masing item dengan persamaan (5) dengan bobot v_{mj} yang menghasilkan fungsi tujuan (1) maksimal
- Menyusun peringkat skor pada huruf e mulai dari yang terbesar sampai terkecil untuk menentukan kelas A, B atau C

Model tersebut memiliki satu fungsi tujuan dan beberapa fungsi pembatas yang bersifat linear. Dengan demikian, untuk menyelesaikan model tersebut, dapat digunakan metode penyelesaian pemrograman linear.

2.3 Model Ng

Pada Model Ng, klasifikasi penentuan kelas barang berdasarkan skor tertinggi variable endogen. Masing-masing kriteria j pada item i ditentukan skor kriteria variable j item i dihitung dengan menggunakan skala pengukuran dari nilai terbesar sampai nilai terkecil. Persamaan untuk menghitung skor variable j sama dengan persamaan (4) pada model Ramanathan. Model ini dibangun dengan beberapa persamaan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^{j=J} w_{ij} y_{ij} = \sum_{j=1}^{j=J} u_{ij} x_{ij} \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^{j=J} w_{ij} = 1, \quad j = 1,2,3 \dots J \quad (7)$$

$$U_{ij} = w_{ij} - w_{i(j+1)} \geq 0, \quad j = 1,2,3 \dots J \quad (8)$$

dimana $U_{ij} = w_{ij}$

Persamaan (7) dan (8) secara simultan dapat disederhanakan menjadi persamaan (9) sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^{j=J} j u_{ij} = 1, \quad i = 1,2,3 \dots I \quad (9)$$

maka fungsi tujuan adalah:

$$\text{Max } S = \sum_{j=1}^{j=J} u_{ij} x_{ij} \quad (10)$$

dengan fungsi pembatas:

$$\sum_{j=1}^{j=J} j u_{ij} = 1, \quad i = 1,2,3 \dots I \quad (11)$$

dengan $U_{ij} \geq 0$

Penyelesaian persamaan di atas bersifat *linear programming* dengan fungsi pembatas (10) maka akan dihasilkan solusi optimal untuk satu variable u_{ij} dan variable yang lain bernilai nol. Sehingga untuk mendapatkan nilai S maksimal dapat ditentukan dengan *partial average* x_{ij} :

$$\text{Max}_{j=1,2..J} \left(\frac{1}{j} x_{ij} \right) \quad (10)$$

Untuk menyelesaikan proses klasifikasi ABC model Ng dapat disederhanakan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

- Menghitung x_{ij} dengan persamaan (4)

- b. Menghitung nilai *partial average* dengan persamaan $\frac{1}{j} \sum_{k=1}^{k=j} x_{ij}$ untuk masing - masing item
- c. Menentukan nilai average item *i* dengan nilai terbesar sebagai skor *S_i*
- d. Menyusun urutan skor *S_i* dari nilai terbesar ke terkecil
- e. Mengelompokan skor *S_i* ke dalam kelas ABC.

dan model Ng sebagaimana ditunjukkan pada [gambar 1](#).

Index:

i, j = item (*i*) kriteria (*j*)

j = 1 untuk kriteria *annual value*

j = 2 untuk kriteria *biaya per unit*

j = 3 untuk kriteria *Lead Time*

Notasi:

y_{ij} = nilai kriteria item (*i*), kriteria (*j*)

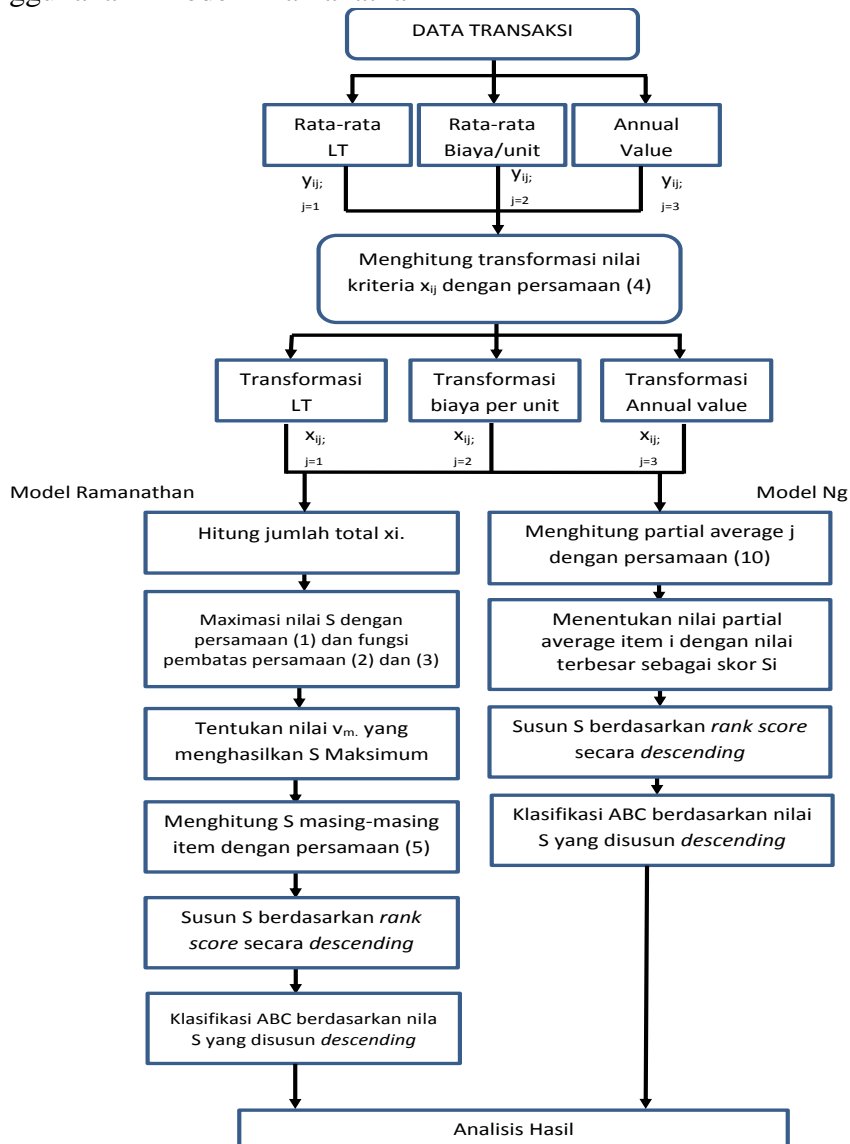
x_{ij} = nilai transformasi item (*i*) kriteria (*j*)

v_{mj} = bobot item ke (*m*) kriteria (*j*)

S_{ij} = skor item (*i*) kriteria (*j*)

2.4 Diagram alir klasifikasi ABC

Langkah penyelesaian klasifikasi ABC dengan menggunakan model Ramanathan



Gambar 1. Diagram Alir Penyelesaian Model

3. HASIL PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data transaksi produk kimia PT XYZ selama kurun waktu 2018. Data yang terkumpul sejumlah 10.048 transaksi selanjutnya dikelompokkan dalam 86 item produk kimia.

Lead time dihitung berdasarkan rata – rata waktu yang dibutuhkan setiap produk mulai dari penerbitan PO sampai dengan produk diterima di PT XYZ. Biaya per unit dihitung dari rata – rata biaya per unit produk. *Annual value* diperoleh dari total pembelian untuk masing-masing item pada tahun 2018. Data rekapitulasi transaksi produk tahun 2018 sebagaimana ditunjukkan pada [tabel 1](#).

3.2 Model Klasifikasi ABC Tradisional

Pada model penentuan klasifikasi ABC, kriteria yang digunakan adalah nilai total produk dalam satu tahun atau *annual value*. Dalam perhitungan ini, nilai *annual value* dihitung dari jumlah produk yang dibeli dalam satu tahun dikalikan dengan harga barang per unit.

Pada proses klasifikasi ABC tradisional, diagram pareto dapat digunakan sebagai acuan pengelompokan barang kelas A, B atau C. Tujuan Diagram Pareto adalah memetakan akumulasi jenis item yang dikelola dalam persediaan dengan nilai kumulatif penyerapan modal.

Menurut Ramanathan dan Flores dasar klasifikasi ABC Tradisional adalah menggunakan prinsip Pareto dimana 80 porsi penyerapan modal merupakan kontribusi dari 20% item produk yang dikelola. Kelompok produk yang memiliki nilai 80% dari total nilai seluruh produk dikelompokkan ke dalam kelas A, sedangkan kelompok produk yang memiliki nilai akumulatif 15% dikelompokkan ke dalam kelas B dan sisanya 5% dikelompokkan ke dalam kelas C. Urutan pengelompokan

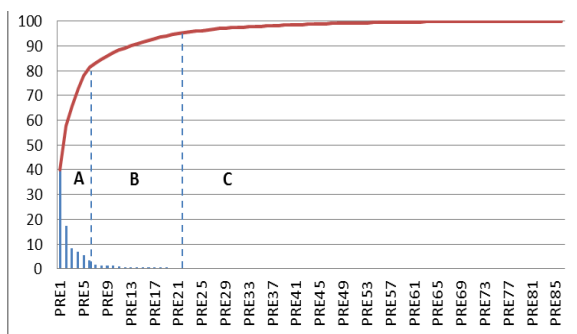
didasarkan pada nilai kelompok barang tertinggi ke terendah.

Hasil pengelompokan dengan model klasifikasi ABC Tradisional, sebagaimana ditunjukkan pada [gambar 2](#), didapatkan kelompok produk kelas A memiliki porsi *annual value* sebesar 81,49 % atau Rp. 36.629.290.000, kelas B dengan porsi *annual value* sebesar 13,75% atau Rp. 6.180.784.225 dan kelas C sebesar 4,75% dengan nilai kumulatif Rp. 2.136.194.800.

Tabel 1. Data nilai kriteria item produk

Kode Item	Annual value (Rp. ribu)	Cost/unit (Rp)	LT (day)	% Cummulative	Kelas
PRE1	18.043.226	253.640	61	40,1440	A
PRE2	7.827.558	282.702	61	57,5594	A
PRE3	3.678.559	256.135	85	65,7437	A
PRE4	3.050.815	265.065	40	72,5314	A
PRE5	2.495.040	298.305	42	78,0826	A
PRE6	1.534.092	756.956	50	81,4957	A
PRE7	732.298	1.550.166	162	83,1250	B
PRE8	643.388	754.604	124	84,5565	B
PRE9	641.232	357.268	40	85,9831	B
PRE10	561.117	565.552	51	87,2315	B
PRE11	512.616	1.417.035	23	88,3721	B
PRE12	364.771	1.594.054	137	89,1836	B
PRE13	359.640	579.496	45	89,9838	B
PRE14	347.804	2.232.115	53	90,7576	B
PRE15	337.425	1.020.430	168	91,5083	B
PRE16	336.224	363.709	93	92,2564	B
PRE17	321.024	1.543.708	32	92,9706	B
PRE18	247.690	236.907	82	93,5217	B
PRE19	226.531	3.948.035	74	94,0257	B
PRE20	199.586	934.562	74	94,4698	B
PRE21	176.645	1.678.308	19	94,8628	B
PRE22	172.794	503.609	94	95,2472	B
PRE23	164.754	604.155	15	95,6138	C
PRE24	130.356	1.869.655	68	95,9038	C
PRE25	122.460	2.160.256	113	96,1763	C
PRE26	120.528	1.296.715	30	96,4444	C
PRE27	113.399	446.805	119	96,6967	C
PRE28	89.910	833.500	295	96,8968	C
PRE29	85.746	499.206	39	97,0875	C
PRE30	79.610	1.156.056	31	97,2647	C
PRE31	71.431	1.109.380	66	97,4236	C
PRE32	62.130	335.250	11	97,5618	C
PRE33	53.946	765.028	268	97,6818	C
PRE34	51.156	230.595	66	97,7957	C
PRE35	49.980	431.834	64	97,9069	C
PRE36	48.620	175.404	199	98,0150	C
PRE37	47.736	475.427	75	98,1212	C
PRE38	47.410	875.083	81	98,2267	C
PRE39	47.058	422.880	96	98,3314	C
PRE40	45.774	1.277.667	15	98,4333	C
PRE41	38.544	138.123	47	98,5190	C
PRE42	37.378	1.009.274	43	98,6022	C

Kode Item	Annual value (Rp. ribu)	Cost/unit (Rp)	LT (day)	% Cummulative	Kelas
PRE43	36.861	1.945.891	27	98,6842	C
PRE44	36.840	940.727	14	98,7662	C
PRE45	34.776	371.723	162	98,8435	C
PRE46	34.056	228.393	116	98,9193	C
PRE47	33.475	317.344	30	98,9938	C
PRE48	32.373	312.232	6	99,0658	C
PRE49	23.976	548.046	75	99,1191	C
PRE50	23.076	1.575.163	38	99,1705	C
PRE51	23.044	1.561.762	67	99,2218	C
PRE52	21.560	394.172	219	99,2697	C
PRE53	20.075	931.326	37	99,3144	C
PRE54	19.910	513.003	11	99,3587	C
PRE55	19.845	275.363	139	99,4028	C
PRE56	19.000	315.875	80	99,4451	C
PRE57	18.390	318.518	55	99,4860	C
PRE58	18.095	1.490.280	10	99,5263	C
PRE59	18.072	2.404.847	304	99,5665	C
PRE60	15.576	789.224	4	99,6011	C
PRE61	15.188	2.286.440	5	99,6349	C
PRE62	13.857	252.089	83	99,6658	C
PRE63	11.680	684.739	36	99,6918	C
PRE64	10.470	1.493.787	113	99,7151	C
PRE65	10.032	416.274	120	99,7374	C
PRE66	9.568	630.429	26	99,7587	C
PRE67	9.514	618.667	21	99,7798	C
PRE68	9.465	1.907.140	90	99,8009	C
PRE69	8.502	452.073	29	99,8198	C
PRE70	8.224	5.253.773	304	99,8381	C
PRE71	8.060	163.956	115	99,8560	C
PRE72	7.402	1.373.402	16	99,8725	C
PRE73	6.846	534.434	27	99,8877	C
PRE74	6.225	777.050	6	99,9016	C
PRE75	5.804	1.166.127	94	99,9145	C
PRE76	5.782	704.554	35	99,9274	C
PRE77	5.080	159.112	14	99,9387	C
PRE78	5.040	384.852	17	99,9499	C
PRE79	4.896	282.556	56	99,9608	C
PRE80	4.106	1.722.399	35	99,9699	C
PRE81	3.628	521.517	83	99,9780	C
PRE82	3.425	190.301	641	99,9856	C
PRE83	2.749	1.313.122	5	99,9917	C
PRE84	1.503	193.361	42	99,9951	C
PRE85	1.223	471.703	35	99,9978	C
PRE86	1.001	338.748	439	100	C



Gambar 2 . Diagram Pareto ABC Tradisional

Dari hasil pengelompokan dengan model ABC tradisional tersebut, kelompok A terdiri dari 6 item, kelompok B sejumlah 16 item dan kelompok C sejumlah 64 item. Selanjutnya, model Ramanathan dan Model Ng akan dikelompokan dengan distribusi jumlah item dalam kelas sesuai dengan hasil pengelompokan pada model ABC tradisional. Klasifikasi model Ramanathan dan Ng menghasilkan kelas A sejumlah 6 item, kelas B sejumlah 16 item dan kelas C sejumlah 64 item yang disusun berdasarkan skor tertinggi ke terendah.

3.3 Model Klasifikasi ABC Ramanathan

Perhitungan klasifikasi model Ramanathan dimulai dengan menghitung nilai x_{ij} dengan persamaan (4). Misal perhitungan item PRE1:

$$y_{12} = 253.640;$$

$$Min_{i=1,2,...,n} \{y_{ij}\} = 138.123$$

$$Max_{i=1,2,...,n} \{y_{ij}\} = 5.253.773$$

$$x_{12} = \frac{253.640 - 138.123}{5.253.773 - 138.123} = 0.0226$$

Selanjutnya, menghitung bobot v_{mj} yang menghasilkan skor maksimal dengan fungsi tujuan (1) dan fungsi pembatas (2) dan (3):

$$Max \sum_{j=1}^3 \{v_{mj} x_{mj}\}$$

$$Max \{2,486 v_{m1} + 17,736 v_{m2} + 10,812 v_{m3}\}$$

Dengan fungsi pembatas:

$$1,000 v_{m1} + 0,023 v_{m2} + 0,089 v_{m3} \leq 1;$$

$$0,001 v_{m1} + 0,010 v_{m2} + 1,000 v_{m3} \leq 1;$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$0,002 v_{m1} + 0,004 v_{m2} + 0,016 v_{m3} \leq 1;$$

Berdasarkan nilai v_{mj} yang didapat maka dapat dihitung nilai S_i sebagai skor item untuk menentukan kelas A, B dan C.

Model di atas dapat diselesaikan dengan metode linear programming. Dengan menggunakan software maple 13 didapatkan

$$v_{m1} = 0,8996; v_{m2} = 0,5313; v_{m3} = 0,9945$$

$$Max \sum_{j=1}^3 v_{mj} x_{mj} = 19,7549$$

Hasil perhitungan ditunjukkan pada [tabel 2](#)

Tabel 2. Hasil Klasifikasi ABC Ramanathan

Item	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	Skor (S)	Kelas
PRE1	1,0000	0,0226	0,0889	1,0000	A
PRE82	0,0001	0,0102	1,0000	1,0000	A
PRE70	0,0004	1,0000	0,4710	1,0000	A
PRE59	0,0009	0,4431	0,4710	0,7046	A
PRE86	0,0000	0,0392	0,6829	0,6999	A
PRE28	0,0049	0,1359	0,4568	0,5310	A
PRE19	0,0125	0,7448	0,1093	0,5156	B
PRE2	0,4338	0,0283	0,0893	0,4940	B
PRE33	0,0029	0,1225	0,4143	0,4798	B
PRE7	0,0405	0,2760	0,2480	0,4298	B
PRE25	0,0067	0,3953	0,1703	0,3855	B
PRE12	0,0202	0,2846	0,2094	0,3776	B
PRE15	0,0186	0,1725	0,2582	0,3652	B
PRE52	0,0011	0,0501	0,3380	0,3638	B
PRE3	0,2038	0,0231	0,1277	0,3227	B
PRE68	0,0005	0,3458	0,1350	0,3184	B
PRE14	0,0192	0,4093	0,0775	0,3118	B
PRE64	0,0005	0,2650	0,1711	0,3114	B
PRE36	0,0026	0,0073	0,3061	0,3107	B
PRE24	0,0072	0,3385	0,1001	0,2858	B
PRE8	0,0356	0,1205	0,1884	0,2834	B
PRE45	0,0019	0,0457	0,2477	0,2723	B
PRE75	0,0003	0,2010	0,1413	0,2475	C
PRE51	0,0012	0,2783	0,0981	0,2465	C
PRE55	0,0010	0,0268	0,2121	0,2261	C
PRE61	0,0008	0,4199	0,0021	0,2259	C
PRE43	0,0020	0,3534	0,0361	0,2254	C
PRE4	0,1690	0,0248	0,0567	0,2217	C
PRE27	0,0062	0,0603	0,1805	0,2171	C
PRE80	0,0002	0,3097	0,0487	0,2131	C
PRE6	0,0850	0,1210	0,0717	0,2120	C
PRE65	0,0005	0,0544	0,1815	0,2098	C
PRE17	0,0177	0,2748	0,0437	0,2054	C
PRE50	0,0012	0,2809	0,0534	0,2034	C
PRE20	0,0110	0,1557	0,1105	0,2025	C
PRE31	0,0039	0,1899	0,0973	0,2011	C
PRE5	0,1382	0,0313	0,0594	0,2001	C
PRE38	0,0026	0,1441	0,1209	0,1991	C
PRE21	0,0097	0,3011	0,0239	0,1925	C
PRE11	0,0284	0,2500	0,0302	0,1883	C
PRE22	0,0095	0,0714	0,1407	0,1865	C
PRE46	0,0018	0,0176	0,1754	0,1855	C
PRE16	0,0186	0,0441	0,1389	0,1783	C
PRE71	0,0004	0,0050	0,1750	0,1771	C
PRE39	0,0026	0,0557	0,1444	0,1755	C

Item	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	Skor (S)	Kelas
PRE26	0,0066	0,2265	0,0408	0,1669	C
PRE81	0,0001	0,0749	0,1240	0,1633	C
PRE49	0,0013	0,0801	0,1115	0,1546	C
PRE42	0,0020	0,1703	0,0614	0,1534	C
PRE30	0,0044	0,1990	0,0426	0,1520	C
PRE58	0,0009	0,2643	0,0094	0,1506	C
PRE37	0,0026	0,0659	0,1108	0,1475	C
PRE72	0,0004	0,2415	0,0188	0,1473	C
PRE10	0,0310	0,0836	0,0735	0,1455	C
PRE18	0,0137	0,0193	0,1230	0,1448	C
PRE56	0,0010	0,0347	0,1193	0,1380	C
PRE40	0,0025	0,2228	0,0173	0,1378	C
PRE62	0,0007	0,0223	0,1234	0,1352	C
PRE53	0,0011	0,1551	0,0518	0,1348	C
PRE13	0,0199	0,0863	0,0646	0,1280	C
PRE35	0,0027	0,0574	0,0947	0,1271	C
PRE83	0,0001	0,2297	0,0016	0,1237	C
PRE9	0,0355	0,0428	0,0570	0,1114	C
PRE34	0,0028	0,0181	0,0970	0,1086	C
PRE76	0,0003	0,1107	0,0487	0,1075	C
PRE63	0,0006	0,1069	0,0495	0,1065	C
PRE44	0,0020	0,1569	0,0155	0,1005	C
PRE57	0,0010	0,0353	0,0801	0,0992	C
PRE29	0,0047	0,0706	0,0555	0,0969	C
PRE79	0,0002	0,0282	0,0816	0,0964	C
PRE66	0,0005	0,0962	0,0351	0,0864	C
PRE85	0,0000	0,0652	0,0487	0,0831	C
PRE73	0,0003	0,0775	0,0361	0,0774	C
PRE67	0,0005	0,0939	0,0262	0,0764	C
PRE23	0,0091	0,0911	0,0173	0,0737	C
PRE69	0,0004	0,0614	0,0392	0,0720	C
PRE74	0,0003	0,1249	0,0031	0,0697	C
PRE41	0,0021	0,0000	0,0672	0,0687	C
PRE60	0,0008	0,1273	0,0000	0,0683	C
PRE84	0,0000	0,0108	0,0597	0,0651	C
PRE47	0,0018	0,0350	0,0406	0,0606	C
PRE54	0,0010	0,0733	0,0116	0,0514	C
PRE78	0,0002	0,0482	0,0204	0,0461	C
PRE32	0,0034	0,0385	0,0113	0,0348	C
PRE48	0,0017	0,0340	0,0026	0,0222	C
PRE77	0,0002	0,0041	0,0157	0,0180	C

3.4 Model Klasifikasi ABC Ng

Model ini menyajikan cara yang lebih sederhana dalam menyusun klasifikasi ABC multi kriteria (MCIC). Nilai transformasi kriteria j untuk item i (x_{ij}) digunakan untuk

mencari nilai *partial average* menggunakan persamaan $\frac{1}{j} \sum_{k=1}^{k=j} x_{ij}$

Tabel 3. Hasil perhitungan Model ABC Ng

Item	Partial Average			Skor (S)	Kelas
	1	2	3		
PRE1	1,0000	0,5113	0,3705	1,0000	A
PRE70	0,0004	0,5002	0,4905	0,5002	A
PRE2	0,4338	0,2310	0,1838	0,4338	A
PRE19	0,0125	0,3786	0,2888	0,3786	A
PRE82	0,0001	0,0052	0,3368	0,3368	A
PRE59	0,0009	0,2220	0,3050	0,3050	A
PRE86	0,0000	0,0196	0,2407	0,2407	B
PRE14	0,0192	0,2143	0,1687	0,2143	B
PRE61	0,0008	0,2104	0,1409	0,2104	B
PRE3	0,2038	0,1134	0,1182	0,2038	B
PRE25	0,0067	0,2010	0,1908	0,2010	B
PRE28	0,0049	0,0704	0,1992	0,1992	B
PRE7	0,0405	0,1583	0,1882	0,1882	B
PRE33	0,0029	0,0627	0,1799	0,1799	B
PRE43	0,0020	0,1777	0,1305	0,1777	B
PRE68	0,0005	0,1731	0,1604	0,1731	B
PRE24	0,0072	0,1728	0,1486	0,1728	B
PRE12	0,0202	0,1524	0,1714	0,1714	B
PRE4	0,1690	0,0969	0,0835	0,1690	B
PRE21	0,0097	0,1554	0,1116	0,1554	B
PRE80	0,0002	0,1549	0,1195	0,1549	B
PRE15	0,0186	0,0956	0,1498	0,1498	B
PRE17	0,0177	0,1462	0,1121	0,1462	C
PRE64	0,0005	0,1328	0,1455	0,1455	C
PRE50	0,0012	0,1411	0,1118	0,1411	C
PRE51	0,0012	0,1398	0,1259	0,1398	C
PRE11	0,0284	0,1392	0,1028	0,1392	C
PRE5	0,1382	0,0848	0,0763	0,1382	C
PRE58	0,0009	0,1326	0,0916	0,1326	C
PRE52	0,0011	0,0256	0,1297	0,1297	C
PRE72	0,0004	0,1209	0,0869	0,1209	C
PRE26	0,0066	0,1166	0,0913	0,1166	C
PRE83	0,0001	0,1149	0,0771	0,1149	C
PRE8	0,0356	0,0781	0,1148	0,1148	C
PRE75	0,0003	0,1006	0,1142	0,1142	C
PRE40	0,0025	0,1126	0,0808	0,1126	C
PRE36	0,0026	0,0050	0,1053	0,1053	C
PRE6	0,0850	0,1030	0,0925	0,1030	C
PRE30	0,0044	0,1017	0,0820	0,1017	C
PRE45	0,0019	0,0238	0,0984	0,0984	C
PRE31	0,0039	0,0969	0,0970	0,0970	C
PRE20	0,0110	0,0833	0,0924	0,0924	C
PRE38	0,0026	0,0733	0,0892	0,0892	C
PRE42	0,0020	0,0862	0,0779	0,0862	C
PRE27	0,0062	0,0333	0,0823	0,0823	C

Item	Partial Average			Skor (S)	Kelas
	1	2	3		
PRE55	0,0010	0,0139	0,0800	0,0800	C
PRE44	0,0020	0,0794	0,0581	0,0794	C
PRE65	0,0005	0,0274	0,0788	0,0788	C
PRE53	0,0011	0,0781	0,0693	0,0781	C
PRE22	0,0095	0,0405	0,0739	0,0739	C
PRE39	0,0026	0,0291	0,0675	0,0675	C
PRE16	0,0186	0,0313	0,0672	0,0672	C
PRE81	0,0001	0,0375	0,0664	0,0664	C
PRE46	0,0018	0,0097	0,0650	0,0650	C
PRE49	0,0013	0,0407	0,0643	0,0643	C
PRE60	0,0008	0,0640	0,0427	0,0640	C
PRE10	0,0310	0,0573	0,0627	0,0627	C
PRE74	0,0003	0,0626	0,0428	0,0626	C
PRE71	0,0004	0,0027	0,0601	0,0601	C
PRE37	0,0026	0,0343	0,0598	0,0598	C
PRE13	0,0199	0,0531	0,0569	0,0569	C
PRE76	0,0003	0,0555	0,0532	0,0555	C
PRE63	0,0006	0,0537	0,0523	0,0537	C
PRE18	0,0137	0,0165	0,0520	0,0520	C
PRE56	0,0010	0,0179	0,0517	0,0517	C
PRE35	0,0027	0,0301	0,0516	0,0516	C
PRE23	0,0091	0,0501	0,0391	0,0501	C
PRE62	0,0007	0,0115	0,0488	0,0488	C
PRE66	0,0005	0,0484	0,0439	0,0484	C
PRE67	0,0005	0,0472	0,0402	0,0472	C
PRE9	0,0355	0,0392	0,0451	0,0451	C
PRE29	0,0047	0,0376	0,0436	0,0436	C
PRE34	0,0028	0,0104	0,0393	0,0393	C
PRE73	0,0003	0,0389	0,0380	0,0389	C
PRE57	0,0010	0,0181	0,0388	0,0388	C
PRE85	0,0000	0,0326	0,0380	0,0380	C
PRE54	0,0010	0,0372	0,0286	0,0372	C
PRE79	0,0002	0,0142	0,0367	0,0367	C
PRE69	0,0004	0,0309	0,0337	0,0337	C
PRE47	0,0018	0,0184	0,0258	0,0258	C
PRE78	0,0002	0,0242	0,0230	0,0242	C
PRE84	0,0000	0,0054	0,0235	0,0235	C
PRE41	0,0021	0,0010	0,0231	0,0231	C
PRE32	0,0034	0,0210	0,0177	0,0210	C
PRE48	0,0017	0,0179	0,0128	0,0179	C
PRE77	0,0002	0,0022	0,0067	0,0067	C

Tabel 3 menunjukkan hasil dari perhitungan partial average disusun dalam spreadsheet masing-masing item. Pada setiap item i dipilih nilai partial average tertinggi sebagai skor item tersebut. Proses dilanjutkan sampai seluruh item i telah ditentukan nilai skornya. Skor tersebut kemudian disusun

dengan urutan skor terbesar menuju ke skor terkecil. Klasifikasi ABC dapat ditentukan sesuai dengan urutan skor *descending*.

Misal untuk item PRE70, hasil perhitungan *partial average* menunjukkan bahwa, nilai maksimal *partial average* item PRE70 adalah *partial average* nomor 2. Artinya bahwa item tersebut diklasifikasikan pada barang kelas A dengan urutan skor tertinggi kedua dikarenakan skor *partial average* untuk kriteria biaya per unit paling tinggi. Item PRE70 dianggap penting karena memiliki nilai per unit yang cukup tinggi dibandingkan dengan kriteria yang lain (*Lead Time* dan *Annual Value*). Contoh lain misalnya untuk item PRE82 sebagai kelas A pada model Ng karena nilai *partial average* untuk kriteria *Lead Time* lebih tinggi dibandingkan dengan kriteria *annual value* dan biaya per unit.

3.5 Perbandingan Model Klasifikasi

Pada klasifikasi model ABC tradisional, item PRE1, PRE2, PRE3, PRE4, PRE 5 dan PRE 6 dikelompokkan pada kelas S dengan mempertimbangkan kontribusi total *annual value* untuk keenam kelompok tersebut memiliki porsi sebesar 81,5%. Sementara, dari hasil klasifikasi dengan 3 kriteria yang dipertimbangkan, baik model Ramanathan (R) dan Ng menghasilkan klasifikasi yang sama untuk item PRE1 sebagai kelas A. Pada item PRE2, model Ng dan tradisional memberikan klasifikasi kelas A, sedangkan dalam model Ramanathan, item tersebut ditetapkan sebagai kelas B. Lebih jelas, perbandingan hasil klasifikasi tradisional (single criteria), model Ramanathan (MCIC) dan Ng (MCIC) disajikan pada [Tabel 4](#).

Model Ramanathan menggunakan bobot linear kriteria dimana agregat performansi dari masing – masing item dikalkulasikan ke dalam single score item yang bersangkutan. Model ini memiliki kelemahan diskriminasi power pada kriteria masing-masing item. Optimisasi pada model Ramanathan memberikan hasil bobot masing – masing kriteria untuk seluruh item yang

menghasilkan skor total optimum antar item adalah:

- a) *Annual value* dengan bobot 0,8996
- b) *Unit cost* dengan bobot 0,5313
- c) *Lead time* dengan bobot 0,9945

Sama dengan model Ramanathan, Model Ng juga menggunakan bobot linear kriteria dan meminimasi subjektivitas dalam menentukan skor. Skor item yang diperoleh model Ng merupakan bobot item yang independen yang berupa *partial average* kriteria.

Hasil ini memberikan gambaran bahwa dengan menggunakan multi kriteria, barang dengan *annual value* tinggi belum tentu dikategorikan kelas A berdasarkan pertimbangan dari kriteria lain yang memiliki skor lebih tinggi. Item PRE70 dengan nilai *annual value* kecil dikategorikan sebagai kelas C pada model Tradisional, namun model Ramanathan dan Ng sebagai kelas A. PRE70 ditetapkan sebagai kelas A pada model Ramanathan dan Ng karena memiliki *cost per unit* dan *Lead Time* yang besar.

Dengan mempertimbangkan berbagai model klasifikasi yang telah dilakukan, kebijakan inventori yang dilakukan adalah menggunakan kebijakan berdasarkan kelas yang lebih tinggi untuk masing – masing item. Kebijakan *day-by-day inventory* diterapkan pada item PRE 86 dengan mempertimbangkan hasil kelas A yang didapat pada model Ramanathan, begitu pula untuk item PRE 43 diperlukan kebijakan *periodic review* berdasarkan hasil klasifikasi model Ng sebagai kelas B. Usulan kebijakan untuk seluruh item dapat dilihat pada [Tabel.4](#).

Tabel 4. Model Tradisional, R dan Ng

Item	Annual Value (Rp. Ribu)	Cost/ unit (Rp)	LT	Ng	R	Trad.	Usulan
PRE1	18.043.226	253.640	61	A	A	A	A
PRE70	8.224	5.253.773	304	A	A	C	A
PRE2	7.827.558	282.702	61	A	B	A	A
PRE19	226.531	3.948.035	74	A	B	B	A
PRE82	3.425	190.301	641	A	A	C	A

Item	Annual Value (Rp. Ribu)	Cost/ unit (Rp)	LT	Ng	R	Trad.	Usulan
PRE59	18.072	2.404.847	304	A	A	C	A
PRE86	1.001	338.748	439	B	A	C	A
PRE14	347.804	2.232.115	53	B	B	B	B
PRE61	15.188	2.286.440	5	B	C	C	B
PRE3	3.678.559	256.135	85	B	B	A	A
PRE25	122.460	2.160.256	113	B	B	C	B
PRE28	89.910	833.500	295	B	A	C	A
PRE7	732.298	1.550.166	162	B	B	B	B
PRE33	53.946	765.028	268	B	B	C	B
PRE43	36.861	1.945.891	27	B	C	C	B
PRE68	9.465	1.907.140	90	B	B	C	B
PRE24	130.356	1.869.655	68	B	B	C	B
PRE12	364.771	1.594.054	137	B	B	B	B
PRE4	3.050.815	265.065	40	B	C	A	A
PRE21	176.645	1.678.308	19	B	C	B	B
PRE80	4.106	1.722.399	35	B	C	C	B
PRE15	337.425	1.020.430	168	B	B	B	B
PRE17	321.024	1.543.708	32	C	C	B	B
PRE64	10.470	1.493.787	113	C	B	C	B
PRE50	23.076	1.575.163	38	C	C	C	C
PRE51	23.044	1.561.762	67	C	C	C	C
PRE11	512.616	1.417.035	23	C	C	B	B
PRE5	2.495.040	298.305	42	C	C	A	A
PRE58	18.095	1.490.280	10	C	C	C	C
PRE52	21.560	394.172	219	C	B	C	B
PRE72	7.402	1.373.402	16	C	C	C	C
PRE26	120.528	1.296.715	30	C	C	C	C
PRE83	2.749	1.313.122	5	C	C	C	C
PRE8	643.388	754.604	124	C	B	B	B
PRE75	5.804	1.166.127	94	C	C	C	C
PRE40	45.774	1.277.667	15	C	C	C	C
PRE36	48.620	175.404	199	C	B	C	B
PRE6	1.534.092	756.956	50	C	C	A	A
PRE30	79.610	1.156.056	31	C	C	C	C
PRE45	34.776	371.723	162	C	B	C	B
PRE31	71.431	1.109.380	66	C	C	C	C
PRE20	199.586	934.562	74	C	C	B	B
PRE38	47.410	875.083	81	C	C	C	C
PRE42	37.378	1.009.274	43	C	C	C	C
PRE27	113.399	446.805	119	C	C	C	C
PRE55	19.845	275.363	139	C	C	C	C
PRE44	36.840	940.727	14	C	C	C	C
PRE65	10.032	416.274	120	C	C	C	C
PRE53	20.075	931.326	37	C	C	C	C
PRE22	172.794	503.609	94	C	C	B	B
PRE39	47.058	422.880	96	C	C	C	C
PRE16	336.224	363.709	93	C	C	B	B
PRE81	3.628	521.517	83	C	C	C	C
PRE46	34.056	228.393	116	C	C	C	C
PRE49	23.976	548.046	75	C	C	C	C
PRE60	15.576	789.224	4	C	C	C	C
PRE10	561.117	565.552	51	C	C	B	B
PRE74	6.225	777.050	6	C	C	C	C
PRE71	8.060	163.956	115	C	C	C	C
PRE37	47.736	475.427	75	C	C	C	C
PRE13	359.640	579.496	45	C	C	B	B
PRE76	5.782	704.554	35	C	C	C	C
PRE63	11.680	684.739	36	C	C	C	C
PRE18	247.690	236.907	82	C	C	B	B

Jika dilihat dari porsi penyerapan dana (*annual value*) terhadap persediaan barang, kelas A memiliki porsi 81% pada model tradisional, 40% pada model Ramanathan dan 58% pada model Ng. selengkapnya, porsi penggunaan modal masing – masing model dapat dilihat pada [tabel 5](#) di bawah. Penyerapan dana dalam hal ini adalah biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan produk sampai berada di gudang perusahaan.

Tabel 5. Porsi peyerapan modal

Model	% annual value		
	A	B	C
Tradisional	81	14	5
Ramanathan	40	33	27
Ng	58	20	22
Usulan	82	14	4

Penerapan kebijakan ini dilakukan dengan mengelola kelas A berada pada tingkat persediaan 14% , kelas B 30% dan kelas C sebesar 56% dari total seluruh item persediaan. Dengan penerapan kebijakan ini, akan memberikan dampak terhadap porsi penyerapan modal kelas A sebesar 82%, kelas B 14% dan kelas C sebesar 4%.

4. KESIMPULAN

Dalam mengelola persediaan, beberapa kebijakan pengendalian persediaan dapat dipertimbangkan antara lain *day by day* untuk kelas A, *periodic review* untuk kelas B dan *infrequent review* pada kelas C [10]. Kelas A dengan kebijakan *day by day* atau *continuous review* bertujuan mengelola barang dengan porsi penyerapan modal terbesar dan memiliki potensi *stock-out* besar dengan pemantauan persediaan setiap hari. Penerapan kebijakan pada penelitian ini dilakukan dengan mengelola kelas A berada pada tingkat persediaan 14% , kelas B 30% dan kelas C sebesar 56% dari total seluruh item persediaan.

Penentuan model klasifikasi dengan MCIC dapat dijadikan pertimbangan bahwa dalam menetapkan kelas produk, kriteria kepentingan produk tidak hanya berdasarkan pada *annual value*. Model ABC dapat memberikan gambaran tentang kepentingan suatu produk dilihat dari berbagai faktor seperti *annual value*, *lead time* dan *cost per unit*. Pada penelitian selanjutnya, dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan *stochastic demand*, *stochastic lead time*, *perishable* dan *obsolescence* produk yang dikelola.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Lolli, A. Ishizaka, and R. Gamberini, "New AHP-based approaches for multi-criteria inventory classification," *International Journal of Production Economics*, vol. 156, pp. 62–74, 2014.
- [2] Q. Iqbal, D. Malzahn, and L. E. Whitman, "Selecting a Multicriteria Inventory Classification Model to Improve Customer Order Fill Rate," *Advances in Decision Sciences*, vol. 2017, p. 11, 2017.
- [3] C.-W. Chu, G.-S. Liang, and C.-T. Liao, "Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 55, pp. 841-851, 2008.
- [4] J. Rezaei and S. Dowlatshahi, "A rule-based multi-criteria approach to inventory classification," *International Journal of Production Research - INT J PROD RES*, vol. 48, pp. 7107-7126, 2010.
- [5] G. Keskin and C. Ozkan, "Multiple criteria ABC analysis with FCM clustering," *Journal of Industrial Engineering*, vol. 2013,.
- [6] R. Ramanathan, "ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization," *Computers & Operations Research*, vol. 33, pp. 695-700, 2006.
- [7] W. L. Ng, "A simple classifier for multiple criteria ABC analysis," *European Journal of Operational Research*, vol. 177, pp. 344-353, 2007.
- [8] M. Millstein, L. Yang, and H. Li, "Optimizing ABC Inventory Grouping Decisions," *International Journal of Production Economics*, vol. 148, 2013.
- [9] S. M. Hatefi, S. A. Torabi, and P. Bagheri, "Multi-criteria ABC inventory classification with mixed quantitative and qualitative criteria," *International Journal of Production Research*, vol. 52, pp. 776-786, 2014.
- [10] B. Pandya¹ and H. Thakkar, "A Review on Inventory Management Control Techniques: ABC-XYZ Analysis," *REST Journal on Emerging trends in Modelling and Manufacturing*, vol. 2, p. 15, 2016.

- [11] A. Serawati, S. Wahyudi, and S. D. Surjanto, "Klasifikasi ABC dengan Multi-kriteria Menggunakan Ng-Model untuk Pengendalian Persediaan," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 3, pp. A46-A52, 2014.
- [12] E. Kiyak, O. Timuş, and M. Karayel, "Inventory classification with ABC analysis," *Journal of Naval Sciences and Engineering*, vol. 11, pp. 11-24, 2015.
- [13] A. Bhattacharya, B. Sarkar, and S. K. Mukherjee, "Distance-based consensus method for ABC analysis," *International Journal of Production Research*, vol. 45, pp. 3405-3420, 2007.
- [14] M. Ben Jeddou, "Multi-Criteria ABC Inventory Classification- A Case of Vehicles Spare Parts Items," *Journal of Advanced Management Science*, pp. 181-185, 2014.
- [15] B. E. Flores, D. L. Olson, and V. K. Dorai, "Management of multicriteria inventory classification," *Math. Comput. Model.*, vol. 16, pp. 71-82, 1992.
- [16] S. N. Bahagia, "Sistem Inventori," *Bandung: Penerbit ITB*, 2006.

Biografi Penulis



Nama Penulis

Eko Pratomo

Lulus pendidikan Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro tahun 2007.

Penulis menyelesaikan program Pasca Sarjana pada Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Institut Teknologi Bandung pada tahun 2014.