

APLIKASI PROGRAM DYNAMIS UNTUK OPTIMASI KEANDALAN SISTEM MPEG BOARD DAN POWER SUPPLY VCD PLAYER

Jemmy Loarens dan Abdullah Shahab

Program Studi Magister Manajemen Teknologi ITS

Jl. Cokroaminoto 12A, Surabaya

ABSTRACT: *VCD Player consists of 3 electrical parts, MPEG Board, Loader Module, and Power Supply. These parts comprise several components, which could be procured from different suppliers, at a variable reliability and costs. A study was carried out to determine a choice and an optimal combination of these components to satisfy the reliability of the system and available budget. Optimization was performed using Deterministic Dynamic Programming method. The characteristically non-linear equation of the objective function of this problem made the Dynamic Programming (DP) a reasonable alternative. By assigning stages, states, decision variables, and pay-off, which characterized the feature of DP model, related to the choice and the cost of the components, optimization of the problem, which was done by stages, could be done. In this study, two versions of optimization were done: to optimize the reliability of the system constrained by the budget available, and to optimize the cost subjected to a determined reliability of the system. The results showed that optimization of system reliability using DP resulted in optimal system reliability in a constrained budget. The method used is also proven able to obtain a reliability of the system hitherto required, even with a relatively lower budget.*

Keywords: *optimization, electronic systems, reliability, lifetime distribution, dynamic programming.*

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini di pasaran berkembang produk *VCD player* dengan harga cukup murah, namun kualitasnya belum sesuai dengan spesifikasi konsumen. Guna memenangkan persaingan pasar, perusahaan mencari langkah-langkah baru agar dapat meningkatkan kualitas produk dengan harga kompetitif

Pencapaian kualitas produk yang memuaskan bisa dilakukan dengan perbaikan berkelanjutan, mulai dari perencanaan, pengembangan produk hingga pengendalian kualitas produk. Upaya yang dilakukan dapat berupa pemilihan pemasok yang tepat, penekanan biaya penyimpanan, mereduksi biaya produksi dan distribusi produk. Penelitian ini berkaitan dengan optimasi perakitan produk yang menggunakan beberapa komponen untuk menghasilkan kualitas yang diinginkan dengan biaya bersaing. Perusahaan yang ditinjau adalah PT Panggung Electric yang memproduksi alat elektronik, di antaranya *VCD player*.

Salah satu kriteria kualitas *VCD player* yang menjadi sasaran kompetisi adalah keandalan produk, yang terkait dengan umur hidup produk. Umur hidup produk ditentukan oleh umur hidup setiap komponen penyusun. Jika tiap komponen yang digunakan mempunyai umur hidup lama, maka produknya akan mempunyai umur hidup yang lama pula. Setiap komponen memiliki keandalan yang ditentukan oleh umur hidup dari komponen tersebut (Handoko, 2000).

Perangkat elektrik internal *VCD player* terdiri atas: *Loader Module*, *MPEG Board*, dan *Power Supply*. Setiap perangkat tersusun dari berbagai jenis komponen, yang setiap jenisnya dipasok dari beberapa *supplier*. Jenis komponen

yang berasal dari *supplier* yang berbeda akan mempunyai harga dan kualitas yang berbeda pula. Dalam penelitian ini tinjauan difokuskan pada komponen-komponen dari *MPEG Board* dan *Power Supply*. *MPEG board* merupakan perangkat *VCD player* yang menghasilkan tampilan video dan audio. *Power Supply* merupakan perangkat yang mendis-tribusikan tenaga listrik ke setiap komponen *VCD player*. Perusahaan belum dapat menentukan konfigurasi komponen pada *MPEG Board* dan *Power Supply*, yang menghasilkan keandalan maksimal dengan kendala anggaran yang tersedia

Programa Dinamis (PD) adalah suatu teknik matematis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan sekumpulan keputusan saling berkaitan, untuk mencapai hasil optimal. Metode ini digunakan untuk mengubah masalah yang cukup besar menjadi sub masalah yang lebih kecil (Taha, 1982). Dalam metode PD, pemecahan masalah dilakukan bertahap. Tahap pertama menghasilkan satu atau lebih keputusan optimasi terbaik, yang digunakan untuk optimasi tahap berikutnya. Hal ini disebut perhitungan *rekursif*, dimana perhitungan tahap sekarang didasarkan pada perhitungan tahap sebelumnya, guna menetapkan keputusan optimal. Pada PD tidak ada formulasi matematis standar. Karenanya, langkah-langkah yang digunakan harus dikembangkan sesuai dengan situasi dan kondisi dari masalah yang dikaji.

Struktur metode PD yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Stage, State, Decision Variable*, nilai *Payoff*, menurut Hillier dan Lieberman (1995).

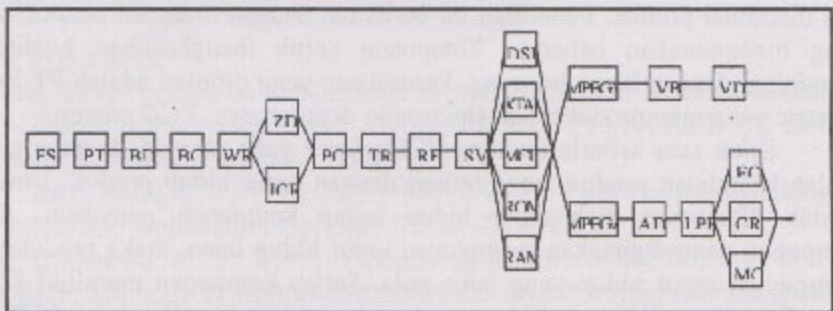
2. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut ini adalah langkah-langkah penelitian yang dilakukan:

Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini adalah:

- Jenis komponen penyusun *MPEG Board* dan *Power Supply*. Komponen-komponen pada *MPEG Board* dan *Power Supply* tersusun dalam rangkaian sistem seri dan paralel (Gambar 1). Contoh rangkaian sistem seri adalah hubungan antara komponen FS-PT, PT-BD, BD-BC, dan seterusnya. Contoh rangkaian sistem paralel adalah hubungan antara komponen ZD-ICR, DSP-XTAL-MCU-ROM-RAM, dan EC-CR-MC.



Gambar 1. Rangkaian komponen penyusun *MPEG Board* dan *Power Supply*.

Susunan komponen *MPEG Board* dan *Power Supply* yang terangkai secara seri dilakukan perhitungan rangkaian sistem seri. Akan tetapi pada komponen yang tersusun secara paralel tetap diperhitungkan sesuai rangkaian sistem seri. Hal ini dikarenakan pada sistem *MPEG Board* dan *Power Supply*,

komponen yang tersusun paralel tidak bertujuan untuk saling menggantikan fungsi satu komponen dengan komponen lainnya. Rangkaian paralel tersebut bertujuan untuk melakukan fungsi yang berbeda dalam waktu bersamaan, sehingga jika salah satu komponen mengalami kerusakan, maka keseluruhan sistem mengalami kerusakan pula.

- Umur hidup komponen: Data diperoleh dari *Accelerated Life Testing (ALT)*. ALT merupakan tes untuk mendapatkan umur hidup komponen dalam waktu singkat, dimana komponen tersebut dioperasikan dalam ruang dengan tekanan suhu tinggi dan ditingkatkan tegangan operasionalnya sampai komponen tersebut rusak. Umur hidup komponen yang didapat merupakan umur hidup hasil ALT yang dilakukan pada suhu 60, 90, 120, dan 150°C. Dari setiap komponen diambil 50 unit sampel data pada suhu berbeda. Tabel 1 menunjukkan contoh data umur hidup komponen Video Digital to Analog (VD) yang diperoleh sebagai hasil ALT pada suhu sesuai asal negara pemasok.

Tabel 1. Data umur hidup komponen VD

Suhu (°C)	Sampel no	Umur hidup (jam)				
		VD Jepang1	VD Jepang2	VD Korea1	VD Korea2	VD Korea3
60	1	23553	24638	19098	34206	25703
	2	22965	24902	27277	22337	30660

	49	24302	23415	33572	23867	24677
	50	23093	24358	33155	27027	23407
90	1	5794	7469	7401	12284	9780
	2	5730	7549	18744	9416	11713

	49	12403	6775	10030	6234	6728
	50	10943	7501	10390	8869	7272
120	1	1177	1509	1110	1737	4880
	2	1300	1726	6612	1439	4772

	49	981	981	1528	976	1203
	50	1260	1723	1542	2191	1132
150	1	464	232	91	130	516
	2	151	208	645	345	420

	49	81	105	173	63	293
	50	66	98	171	79	122

- Daftar harga tiap komponen. Penyelesaian masalah optimasi pemilihan komponen ini menuntut adanya data harga dari komponen dari berbagai negara pemasok. Data ini, bersama-sama dengan data keandalan tiap-tiap komponen merupakan data input untuk optimasi dengan PD.
- Umur hidup yang ditetapkan perusahaan sebesar 4000 jam.
- Suhu ruangan pada saat pengoperasian dalam kondisi normal sebesar 35 °C.
- Nilai keandalan minimum dari *MPEG Board* dan *Power Supply* yang ditentukan oleh perusahaan sebesar 0.8.
- *Budget limit* yang disediakan oleh perusahaan sebesar Rp.150,000.

Penentuan Distribusi Data Umur Hidup

Tahap awal dalam optimasi nilai keandalan adalah menentukan distribusi data umur hidup komponen. Penentuan jenis distribusi data umur hidup komponen dilakukan dengan menggunakan *software*, yang menghasilkan nilai *Anderson-*

Darling. Nilai ini digunakan untuk melihat kesesuaian distribusi data terhadap distribusi teoritis tertentu. Jenis distribusi umur hidup yang paling sesuai untuk tiap data ditentukan dari nilai *Anderson-Darling* terkecil untuk data tersebut. Tabel 2 menunjukkan nilai *Anderson-Darling* untuk komponen VD dari berbagai pemasok. Terlihat bahwa asumsi data mengikuti distribusi *Weibull* untuk berbagai pemasok mempunyai nilai *Anderson-Darling* terkecil. Jadi, umur hidup komponen VD dianggap mengikuti distribusi *Weibull*.

Tabel 2. Nilai *Anderson-Darling* tiap jenis distribusi komponen VD

No	Komponen	Jenis distribusi						
		Weibull	extreme value	exponential	normal	lognormal	logistic	loglogistic
1	VD Jepang1	5,05	14,92	26,05	13,79	6,09	12,67	5,66
	VD Jepang2	6,23	13,20	23,57	12,56	7,25	11,67	6,70
	VD Korea1	6,12	13,28	23,46	12,59	7,15	11,68	6,62
	VD Korea2	4,94	14,74	25,07	13,47	6,19	12,35	5,70
	VD Korea3	4,76	15,15	25,58	13,87	6,01	12,71	5,53

Penentuan Nilai Keandalan Komponen

Perhitungan nilai keandalan tiap komponen dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak. Data dari perusahaan merupakan data umur hidup hasil ALT pada suhu 60, 90, 120, dan 150°C, sedangkan nilai keandalan tiap komponen yang ingin diketahui adalah nilai keandalan pada suhu 35°C dengan umur hidup 4000 jam. Dengan memasukkan semua data ke dalam perhitungan, dan dengan mengasumsikan hubungan antara suhu dan umur hidup komponen mengikuti persamaan *Arrhenius*, nilai keandalan komponen VD dapat diperoleh (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai keandalan komponen VD

No.	Komponen	Nilai keandalan
1	VD Jepang1	0,9963
	VD Jepang2	0,9955
	VD Korea1	0,9956
	VD Korea2	0,9953
	VD Korea3	0,9953

Dari Tabel 3, nilai keandalan komponen VD Jepang1 adalah 0,9963. Hal ini berarti probabilitas komponen VD Jepang1 untuk mencapai umur hidup 4000 jam atau lebih pada pengoperasian suhu ruang 35 °C adalah 0,9963 atau 99,63%.

Optimasi Keandalan Sistem dengan Program Dinamis

Variabel keputusan merupakan output dengan nilai optimal sesuai permasalahan yang ada, sehingga memenuhi fungsi tujuan. Variabel keputusan dalam optimasi sistem ini adalah dana yang terkait dengan komponen terpilih untuk digunakan sebagai komponen-komponen penyusun *MPEG Board* dan *Power Supply*. Secara matematis, variabel keputusan dituliskan dengan simbol x_n yang menunjukkan alokasi dana yang sesuai dengan jenis komponen terpilih pada *stage n*.

Dalam optimasi keandalan ini, fungsi tujuannya adalah memaksimalkan nilai keandalan sistem. Tujuan ini dicapai dengan menentukan konfigurasi komponen penyusun *MPEG Board* dan *Power Supply* yang menghasilkan keandalan maksimal. Dengan demikian, fungsi tujuan permasalahan ini adalah mendapatkan $f_n^*(s)$ maksimal. Secara matematis, formula optimasinya adalah sebagai berikut:

$$f_n^*(s) = \max f_n(s, x_n) \dots\dots\dots(1)$$

$$f_n(s, x_n) = p_n(x_n) * f_{n+1}^*(s - x_n) \dots\dots\dots(2)$$

- dimana: $f_n^*(s)$: Nilai keandalan maksimal yang dicapai pada *state* s .
 $f_n(s, x_n)$: Nilai keandalan yang dicapai pada *state* s dan *stage* n untuk alokasi dana x_n .
 $p_n(x_n)$: Nilai keandalan pemakaian komponen x_n .
 $f_{n+1}^*(s - x_n)$: Nilai keandalan maksimal pada *stage* $n+1$ dengan alokasi dana $s - x_n$.

Fungsi kendala

Permodelan untuk optimasi keandalan sistem ini dibatasi oleh beberapa kendala, yang berkaitan dengan anggaran tersedia, nilai keandalan minimal, dan kendala penggunaan komponen.

- Kendala anggaran dana. Produk harus mempunyai harga kompetitif sehingga dapat bersaing. Karena itu, anggaran yang digunakan dalam PD tidak boleh melebihi anggaran yang sudah ditetapkan, yaitu sebesar Rp.150.000.
- Kendala nilai keandalan minimal. Perusahaan menginginkan produk dengan nilai keandalan maksimal untuk umur hidup tertentu. Perusahaan juga membatasi keandalan minimal untuk produknya, sehingga nilai keandalan yang diperoleh tidak boleh lebih kecil dari keandalan minimal sebesar 0,8.
- Kendala penggunaan komponen. Setiap komponen penyusun *MPEG Board* dan *Power Supply* mempunyai fungsi tertentu, sehingga tidak boleh ada komponen yang tidak digunakan, walaupun komponen tersebut mempunyai nilai keandalan rendah yang akan mempengaruhi seluruh keandalan sistem.

Perhitungan Keandalan Sistem Maksimal pada Program Dinamis

Permasalahan ini terdiri dari 25 *stages*. Untuk mendapatkan nilai keandalan sistem maksimal, harus dilakukan perhitungan pada setiap *stage* mulai dari *stage* 25 sampai *stage* 1. Berikut ini ditampilkan beberapa contoh perhitungan PD untuk lebih memahami cara memperoleh nilai-nilai dalam tabel perhitungan:

- Perhitungan pada *stage* 25. Pada *stage* ini dialokasikan anggaran Rp.5400; 5800; 6800; 7100; atau 7400, sehingga menghasilkan *state* 5400; 5800; 6800; 7100; dan 7400. Nilai keandalan maksimal pada *stage* 25 adalah sebagai berikut: $f_{25}^*(5400) = 0.9953$; $f_{25}^*(5800) = 0.9953$; $f_{25}^*(6800) = 0.9955$; $f_{25}^*(7100) = 0.9956$; $f_{25}^*(7400) = 0.9963$. (Perhitungan pada Tabel 4).

Tabel 4. Program Dinamis untuk *stage* 25.

Sisa anggaran dana	s	$f_{25}^*(s)$	x_{25}^*
144600	5400	0.9953	5400
144200	5800	0.9953	5800
143200	6800	0.9955	6800
142900	7100	0.9956	7100
142600	7400	0.9963	7400

- Perhitungan pada *stage* 24
 Untuk perhitungan pada *stage* 24, harus diketahui semua nilai fungsi tujuan $f_{25}^*(s)$. Pada *stage* 24 dialokasikan anggaran Rp.8300 - Rp.11200,

sehingga menghasilkan *state* 8300 - 11200. Dari setiap harga s dicari fungsi tujuan maksimal $f_{24}^*(s)$ sehingga didapat: $f_{24}(s, x_{24}) = p_{24}(x_{24}) * f_{25}^*(s - x_{24})$.

Untuk:

- ◆ $s = 10300; x_{24} = 2900$, maka:

$$f_{24}(10300, 2900) = p_{24}(2900) * f_{25}^*(7400) = 0,9946 * 0,9963 = 0,9909$$

- ◆ $s = 10300; x_{24} = 3200$, maka:

$$f_{24}(10300, 3200) = p_{24}(3200) * f_{25}^*(7100) = 0,9948 * 0,9956 = 0,9904$$

- ◆ $s = 10300; x_{24} = 3400$, maka:

$$f_{24}(10300, 3400) = p_{24}(3400) * f_{25}^*(6900) = 0,9949 * 0,9955 = 0,9904$$

- ◆ $s = 10300; x_{24} = 3500$, maka:

$$f_{24}(10300, 3500) = p_{24}(3500) * f_{25}^*(6800) = 0,9950 * 0,9955 = 0,9905$$

- ◆ $s = 10300; x_{24} = 3800$, maka:

$$f_{24}(10300, 3800) = p_{24}(3800) * f_{25}^*(6500) = 0,9951 * 0,9953 = 0,9904$$

Sehingga: $f_{24}^*(10300) = \max f_{24}^*(10300, x_{24})$
 $= \max \{0,9909; 0,9904; 0,9904; 0,9905; 0,9904\}$
 $= 0,9909$, yaitu pada $x_{24} = 2900$.

Perhitungan tersebut untuk mendapatkan nilai keandalan pada *stage* 24 untuk *state* 10300. Hasil perhitungan PD untuk *stage* 24 ada pada Tabel 5.

- Perhitungan pada *stage* 23 sampai *stage* 2. Metode perhitungan nilai keandalan sistem pada *stage* 23 sampai *stage* 2 sama dengan perhitungan pada *stage* 24. Perhitungan dilakukan bertahap, mulai dari *stage* 22 sampai *stage* 2.
- Perhitungan pada *stage* 1. Untuk menghitung nilai keandalan pada *stage* 1, harus diketahui semua nilai fungsi tujuan $f_2^*(s)$. Pada *stage* 1 dialokasikan semua anggaran dana sebesar Rp.150,000, sehingga menghasilkan *state* 150000. Hasil perhitungan *stage* 1 ditunjukkan pada Tabel 6.

Perhitungan dengan PD untuk mencari keandalan sistem maksimal tercapai setelah perhitungan pada *stage* 1 selesai. Keandalan sistem maksimal yang dapat dicapai dengan anggaran sebesar Rp.150,000 adalah sebesar 0,8749.

Penentuan Komponen yang Terpilih

Dengan hasil perhitungan nilai keandalan sistem pada PD, diperoleh nilai keandalan sistem maksimal sebesar 0,8749. Nilai tersebut diperoleh dari perkalian nilai keandalan komponen-komponen tertentu. Cara penentuan merek komponen terpilih dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Merek komponen terpilih pada *stage* 1 (FS). Pada *stage* 1 dengan alokasi anggaran Rp.150,000, diperoleh nilai keandalan maksimal $f_1^*(150000) = 0,8749$. Nilai itu diperoleh dari alokasi anggaran x_1 sebesar Rp. 200. Sehingga komponen terpilih untuk *stage* 1 adalah FS Jepang1 (nilai keandalan 0,9947).
- Merek komponen yang terpilih pada *stage* 2 (PT). Pada *stage* 1 dialokasikan anggaran Rp.200, sehingga pada *stage* 2, anggaran yang tersisa Rp.149.800. Dengan alokasi Rp.149,800, diperoleh nilai keandalan maksimal $f_2^*(149800)$ sebesar 0,8796. Nilai ini didapat dari alokasi anggaran x_2 sebesar Rp.10.800,

sehingga komponen terpilih untuk *stage* 2 adalah komponen PT China1 (nilai keandalan 0,9919).

- Merek komponen yang terpilih pada *stage* 3 sampai 25. Pada *stage* selanjutnya, penentuan merek komponen yang terpilih sama dengan penentuan merek komponen pada *stage* sebelumnya.

Tabel 5. Programa Dinamis untuk *stage* 24

Sisa anggaran dana	s	$f_{24}(s_{24})$					$f_{24}^*(s_{24})$	x_{24}^*
		x_{24}						
		2900	3200	3400	3500	3800		
141700	8300	0,9899					0,9899	2900
141600	8400	0,9899					0,9899	2900
141500	8500	0,9899					0,9899	2900
141400	8600	0,9899	0,9901				0,9901	3200
141300	8700	0,9899	0,9901				0,9901	3200
141200	8800	0,9899	0,9901	0,9902			0,9902	3400
141100	8900	0,9899	0,9901	0,9902	0,9903		0,9903	3500
141000	9000	0,9899	0,9901	0,9902	0,9903		0,9903	3500
140900	9100	0,9899	0,9901	0,9902	0,9903		0,9903	3500
140800	9200	0,9899	0,9901	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
140700	9300	0,9899	0,9901	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
140600	9400	0,9899	0,9901	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
140500	9500	0,9899	0,9901	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
140400	9600	0,9899	0,9901	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
140300	9700	0,9901	0,9901	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
140200	9800	0,9901	0,9901	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
140100	9900	0,9901	0,9901	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
140000	10000	0,9902	0,9903	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
139900	10100	0,9902	0,9903	0,9902	0,9903	0,9904	0,9904	3800
139800	10200	0,9902	0,9903	0,9904	0,9903	0,9904	0,9904	3800
139700	10300	0,9909	0,9904	0,9904	0,9905	0,9904	0,9909	2900
139600	10400	0,9909	0,9904	0,9904	0,9905	0,9904	0,9909	2900
139500	10500	0,9909	0,9904	0,9905	0,9905	0,9904	0,9909	2900
139400	10600	0,9909	0,9911	0,9905	0,9906	0,9906	0,9911	3200
139300	10700	0,9909	0,9911	0,9905	0,9906	0,9906	0,9911	3200
139200	10800	0,9909	0,9911	0,9912	0,9906	0,9906	0,9912	3400
139100	10900	0,9909	0,9911	0,9912	0,9913	0,9907	0,9913	3500
139000	11000	0,9909	0,9911	0,9912	0,9913	0,9907	0,9913	3500
138900	11100	0,9909	0,9911	0,9912	0,9913	0,9907	0,9913	3500
138800	11200	0,9909	0,9911	0,9912	0,9913	0,9914	0,9914	3800

Tabel 6. Programa Dinamis untuk *stage* 1

Sisa anggaran dana	S	$f_1(s_1)$					$f_1^*(s_1)$	x_1^*
		x_1						
		100	200	200	200	200		
0	150000	0,8697	0,8713	0,8719	0,8733	0,8749	0,8749	200

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan optimasi nilai keandalan dengan PD untuk semua kombinasi komponen yang mungkin dan batasan-batasan yang tersedia untuk mencapai keandalan sistem maksimal. Pada akhir tahap perhitungan PD diperoleh nilai keandalan sistem maksimal serta konfigurasi komponen yang sesuai untuk mencapai nilai keandalan tersebut. Jika nilai keandalan sistem lebih besar dari target yang diinginkan, akan dilakukan perhitungan keandalan sistem untuk beberapa alternatif anggaran dana yang lebih kecil. Meskipun dilakukan perhitungan dengan anggaran dana lebih kecil, nilai keandalan sistem yang

dicapai tidak boleh lebih kecil dari target perusahaan. Perhitungan keandalan sistem maksimal untuk beberapa alternatif anggaran dana tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Keandalan sistem maksimal

No.	Anggaran dana	Keandalan sistem maksimal
1	Rp. 150.000	0,8749
2	Rp. 140.000	0,8694
3	Rp. 135.000	0,8603
4	Rp. 130.000	0,8408

Pada Tabel 7 tampak nilai-nilai keandalan sistem maksimal yang dicapai lebih tinggi dari target sebesar 0,8. Karenanya, perusahaan tidak perlu menyediakan dana sebesar Rp.150.000, melainkan cukup dengan Rp.130.000. Perusahaan dapat menaikkan target keandalan menjadi 0,85 dengan dana Rp.135.000.

Berdasarkan optimasi tersebut di atas, perusahaan mempunyai alternatif untuk mendapatkan keandalan sistem maksimal dengan anggaran yang ada. Untuk mencapai keandalan sistem optimal, harus digunakan konfigurasi komponen yang tepat. Pemakaian komponen untuk setiap alternatif akan berbeda-beda. Pemilihan komponen untuk beberapa alternatif anggaran dana dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pemilihan komponen untuk beberapa alternatif anggaran dana

No.	Komponen	Anggaran dana (Rp)				No	Komponen	Anggaran dana (Rp)			
		150.000	140.000	135.000	130.000			150.000	140.000	135.000	130.000
1	VD	Jepang1	Korea3	Korea3	Korea3	14	RAM	Korea2	Korea1	Korea1	Korea3
2	VB	Jepang2	Korea1	Korea2	Korea2	15	SV	Jepang2	Korea1	Korea2	Korea2
3	MPEGV	Jepang1	Korea2	Korea2	Korea2	16	RF	Jepang2	Jepang2	Korea3	Korea3
4	FC	Jepang1	Jepang1	Jepang1	Jepang1	17	TR	Jepang1	Jepang1	Jepang1	Jepang1
5	CR	Jepang1	Jepang1	Jepang1	Jepang1	18	PC	Jepang2	Jepang2	Jepang2	Jepang2
6	MC	Jepang1	Jepang1	Jepang1	Jepang1	19	ZD	Jepang1	Jepang1	Jepang1	Jepang1
7	LPF	Jepang1	Jepang1	Jepang1	Jepang2	20	ICK	Jepang1	Jepang1	China1	China1
8	AD	Jepang1	Jepang1	Jepang1	Jepang1	21	WR	Jepang1	Jepang1	Jepang1	China2
9	MPEGA	Korea2	Korea2	Korea2	Korea3	22	BC	Korea2	Korea2	Korea3	China1
10	DSP	Jepang2	Jepang2	Jepang1	Korea2	23	BD	Jepang1	Jepang1	Jepang1	Jepang1
11	XTAL	Jepang1	Jepang1	Korea2	Korea1	24	PT	China1	China1	China1	China1
12	MCU	Jepang1	Korea1	Korea2	Korea2	25	FS	Jepang1	Jepang1	Jepang1	Jepang1
13	ROM	Jepang1	Jepang1	Jepang2	Korea2						

4. KESIMPULAN

Optimasi keandalan sistem dengan menggunakan Program Dinamis yang dilakukan pada perangkat *MPEG Board* dan *Power Supply* dari *VCD Player*, mampu menghasilkan konfigurasi komponen-komponen yang menghasilkan nilai keandalan sistem lebih besar dibandingkan dengan yang diharapkan perusahaan. Bahkan setelah dilakukan optimasi dengan beberapa alternatif anggaran dana, ternyata perusahaan tidak perlu menggunakan anggaran yang sudah ditetapkan, tetapi cukup dengan anggaran yang lebih kecil. Teknik optimasi keandalan sistem dengan Program Dinamis memberikan hasil yang cukup baik dengan penetapan konfigurasi komponen yang sesuai dan dapat mengurangi anggaran dana.

DAFTAR PUSTAKA

- Taha, Hamdy A., 1982. *Operation Research: An Introduction*, Third Edition, macmillan Publishing Co., Inc., New York.
- Hillier, Frederick S. and Lieberman, Gerald J., 1995. *Introduction to Operation Research*, 6th Edition, Stanford University, USA.
- Handoko, T. Hani, 2000, *Dasar-Dasar Manajemen Produksi*, BPFE, Yogyakarta.