

Pemilihan Portofolio Proyek Berdasarkan Kriteria Strategi dengan Bantuan Sistem Pendukung Keputusan

Yogi Yusuf Wibisono, I G. A. Happy Trindira W.

Universitas Katolik Parahyangan

Jalan Ciumbuleuit 94 Bandung

e-mail: yogi@home.unpar.ac.id, trindira@home.unpar.ac.id

Abstrak

Pemilihan portofolio proyek sudah sama pentingnya dengan pemilihan portofolio bisnis karena berkaitan dengan alokasi sumber perusahaan yang terbatas, proyek yang terpilih akan menentukan posisi perusahaan dimasa datang. Begitu pentingnya pemilihan portofolio proyek maka aktivitas ini harus dijalankan dengan baik yaitu yang dapat memberikan performansi portofolio yang sesuai dengan strategi, nilai portofolio yang optimal, jumlah proyek yang cukup, dan adanya keseimbangan. Untuk menghasilkan portofolio yang sesuai dengan strategi, pendekatan strategi dapat digunakan untuk mengarahkan pengambil keputusan memilih portofolio proyek yang benar-benar sesuai dengan strategi di perusahaan. Pelaksanaan aktivitas ini dapat dibantu dengan sistem pendukung keputusan.

Kata kunci: *proyek, portofolio proyek, pemilihan portofolio proyek, pendekatan strategi, dan sistem pendukung keputusan.*

1. Pendahuluan

Lingkungan yang semakin dinamis menuntut perusahaan untuk selalu melakukan perbaikan-perbaikan dalam segala bidang seperti perbaikan produk atau jasa yang ditawarkan, perbaikan fasilitas produksi, perbaikan sistem informasi, dan perbaikan lainnya. Tiap aktivitas perbaikan mempunyai keunikan sendiri-sendiri. Pelaksanaan aktivitas perbaikan dapat diperlakukan sebagai suatu proyek yang membutuhkan berbagai macam sumber, mempunyai durasi waktu tertentu, dan mempunyai tujuan yang berbeda-beda.

Jumlah proyek yang tersedia biasanya sangat banyak. Semakin banyak jumlah proyek yang tersedia, semakin sulit bagi perusahaan untuk menjalankan semua proyek tersebut dikarenakan adanya keterbatasan sumber yang dimiliki. Perusahaan harus mampu memilih proyek-proyek yang dapat dijalankan dengan tidak melewati batasan yang ada, memilih proyek yang bernilai tinggi, memilih proyek yang memberikan keseimbangan, dan memilih proyek yang sesuai dengan strategi. Aktivitas pemilihan portofolio proyek sangat dibutuhkan untuk membantu perusahaan dalam memilih portofolio proyek tersebut.

Kesuksesan aktivitas pemilihan portofolio proyek sangat ditunjang oleh penggunaan model keputusan yang tepat. Banyak model yang dapat digunakan untuk membantu dalam pemilihan portofolio proyek, tetapi tidak ada satu modelpun yang dapat mencapai keempat sasaran di atas. Untuk itu dibutuhkan berbagai model untuk membantu pelaksanaan aktivitas pemilihan portofolio proyek tersebut. Sebagai tahap awal, penelitian ini akan berfokus pada model keputusan yang dapat menghasilkan portofolio proyek yang sesuai dengan kriteria strategi.

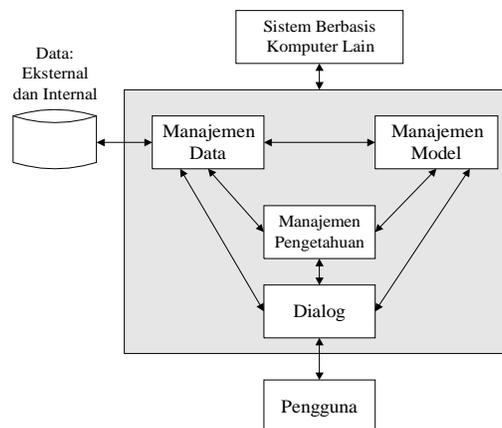
Implementasi model dapat diintegrasikan ke dalam suatu sistem pendukung keputusan. Sistem ini adalah sistem berbasis komputer yang interaktif, yang membantu pengambil keputusan menggunakan data dan model dalam mengambil keputusan. Melalui sistem pendukung keputusan, kerumitan model dapat disembunyikan sehingga pengambil keputusan dapat dengan mudah menggunakan model tersebut. Selain itu pengambil keputusan dapat berpartisipasi dalam mengambil keputusan.

Dalam penelitian ini akan dirancang sistem pendukung keputusan untuk membantu dalam memilih portofolio proyek dengan fokus pada pencapaian kesesuaian portofolio proyek dengan strategi.

2. Sistem Pendukung Keputusan

Seiring dengan semakin kompleksnya pengambilan keputusan, semakin dirasakan kebutuhan terhadap suatu tool yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan. Sistem pendukung keputusan dapat digunakan untuk mempercepat dan mempermudah pengambilan keputusan. Sistem ini tidak ditujukan untuk mengganti peranan manusia dalam mengambil keputusan, tetapi membantu manusia dalam mengambil keputusan tersebut.

Sistem pendukung keputusan dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang terdiri dari model, data, dan dialog ditujukan untuk membantu dalam pengambilan keputusan pada permasalahan yang semi-terstruktur. Sistem ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Sistem pendukung keputusan [5, 79]

3. Pemilihan Portofolio Proyek

Proyek dapat didefinisikan sebagai berikut [1]:

“A complex effort, usually less than three years in duration, made up of interrelated tasks, performed by various organizations, with a well-defined objective, schedule, and budget”

Portofolio proyek didefinisikan sebagai berikut [1]:

“A group of projects that are carried out under the sponsorship and/or management of a particular organization”

Seiring dengan perkembangan teknik manajemen proyek, penggunaan organisasi proyek mulai berkembang pula. Diawal perkembangannya manajemen proyek digunakan untuk menangani proyek-proyek besar. Dewasa ini tidak hanya proyek-proyek besar yang ditangani, tetapi proyek-proyek kecilpun ditangani oleh manajemen proyek. Proyek-proyek kecil dengan jumlah yang banyak membuat manajemen proyek semakin sulit terutama pada saat akan memutuskan untuk memilih proyek mana saja yang akan dijalankan sehingga tujuan bisa dioptimasi tanpa harus melewati pembatas yang ada. Maka dari itu studi mengenai

aktivitas seleksi proyek semakin berkembang seperti pengembangan model-model pemilihan proyek sampai pengembangan sistem pendukung keputusan untuk mendukung aktivitas tersebut.

Pemilihan portofolio proyek didefinisikan sebagai berikut [1]:

“The periodic activity involved in selecting a portfolio, from available project proposals and projects currently underway, that meets the organization’s stated objectives in a desirable manner without exceeding available resources or violating other constraints”

Aktivitas pemilihan proyek merupakan aktivitas periodik pengevaluasian dan pemilihan proyek yang baru maupun yang sedang berlangsung untuk mengoptimasi tujuan dengan tidak melewati pembatas yang ada. Proyek-proyek yang terpilih membentuk suatu kumpulan proyek berupa portofolio proyek. Dalam aktivitas ini tidak mengoptimasi individu proyek, tetapi kumpulan dari proyek.

Pemilihan proyek berkaitan dengan alokasi sumber yang terbatas seperti sumber tenaga kerja, modal, dan fasilitas. Aktivitas ini memfokuskan pada pemilihan proyek sehingga dapat mempunyai portofolio proyek dengan jumlah proyek yang tepat dengan mengoptimalkan penggunaan sumber yang tersedia; adanya keseimbangan diantara proyek yang terpilih dari sisi tingkat resiko ataupun lamanya proyek; nilai portofolio yang tinggi; dan adanya kesuaian dengan strategi bisnis perusahaan.

4. Pemilihan Portofolio Proyek berdasarkan Kriteria Strategi

Setiap keputusan dalam suatu organisasi harus dapat mengarahkan organisasi tersebut ke suatu posisi yang diinginkan dimasa yang akan datang. Strategi akan mengarahkan organisasi dalam mencapai tujuan tersebut. Strategi masih bersifat rencana yang tertulis di dalam dokumen. Implementasi strategi dapat terlihat pada tindakan ataupun keputusan yang diambil. Setiap tindakan atau keputusan yang diambil harus memperhatikan strategi tersebut, salah satunya adalah keputusan yang berkaitan dengan pengembangan produk. Keputusan pemilihan produk baru yang diambil manajemen saat ini akan menentukan bisnis perusahaan beberapa tahun kemudian [3, 334]. Oleh karena itu proyek pengembangan produk harus sejalan dengan strategi bisnis [2, 12] yang mencerminkan apa yang diinginkan perusahaan dimasa yang datang.

Seluruh usulan proyek akan dinilai berdasarkan kriteria-kriteria strategi dan proyek akan disaring dengan membandingkan nilai strategis dengan batas penyaringan. Sasaran yang ingin dicapai melalui analisis ini adalah terjaminnya portofolio proyek terpilih merefleksikan strategi dan seluruh proyek sesuai dengan strategi. Strategi itu sendiri merefleksikan apa yang ingin dicapai oleh perusahaan dimasa yang akan datang.

Usulan proyek yang akan dipertimbangkan adalah proyek-proyek baru yang layak untuk dijalankan, proyek-proyek yang sedang berjalan dan telah mencapai tahap tertentu, proyek-proyek yang belum berjalan atau ditunda, dan proyek wajib.

Usulan proyek-proyek di atas akan dipertimbangkan dengan memperhatikan kriteria strategi. Strategi ini akan menjadi kriteria dalam menilai suatu proyek. Untuk memilih proyek diperlukan masukan lain berupa batas pemilihan proyek. Proyek-proyek yang mempunyai nilai yang sama atau lebih dengan batas pemilihan akan dianalisis lebih lanjut. Ada kemungkinan juga proyek yang tidak memenuhi batas pemilihan dapat dipertimbangkan untuk dipilih, jika proyek tersebut merupakan proyek wajib.

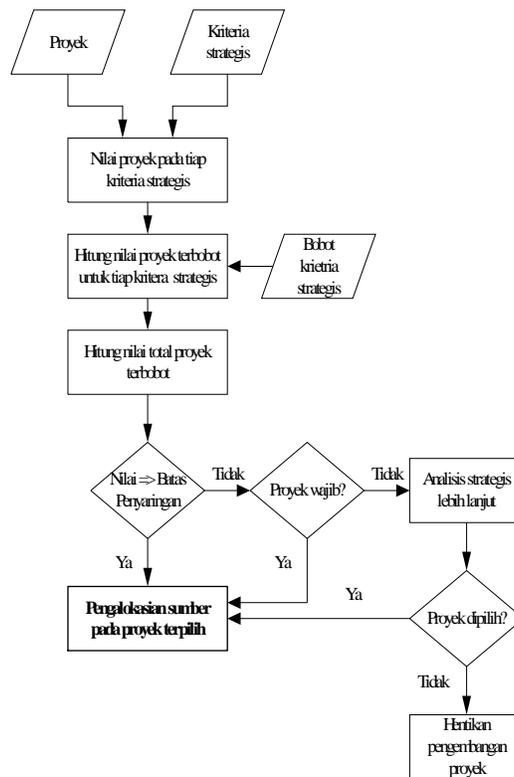
Untuk menjamin portofolio proyek terpilih sesuai dengan strategi, kriteria strategi akan diintegrasikan ke dalam *tool* pemilihan proyek. *Tool* yang digunakan dalam analisis strategis yaitu AHP dan *scoring model*. *Tool* ini dapat membantu proses-proses yang akan dijalankan dalam tahap ini dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menghitung bobot tiap kriteria strategis melalui bantuan AHP (W_s). Diasumsikan kriteria-kriteria strategi independen satu sama lain.

- b. Memberikan nilai pada tiap proyek untuk tiap kriteria strategi, misal dengan skala 1 – 10 (X_{is}).
- c. Menghitung nilai terbobot untuk tiap proyek dan tiap kriteria strategi ($W_s \cdot X_{is}$) atau menghitung rata-rata nilai tersebut jika partisipan yang terlibat lebih dari satu orang.
- d. Menghitung nilai total terbobot untuk tiap proyek (X_i).
- e. Bandingkan nilai total terbobot proyek dengan nilai tertentu yang ditetapkan (Z). Jika $X_i \geq Z$, maka proyek dapat disimpulkan telah sesuai dengan strategi.
- f. Alokasikan sumber pada proyek terpilih.

Proses penilaian proyek dilakukan secara individu, tidak melalui cara dengan membandingkan antara satu proyek dengan proyek yang lain. Tujuan dari penilaian tersebut adalah untuk memudahkan pemilihan dengan mendapatkan suatu nilai yang dapat dibandingkan dengan suatu nilai tertentu (batas pemilihan). Jika penilaian proyek melalui perbandingan antar proyek hanya dapat diperoleh nilai proyek yang tidak menggambarkan nilai absolut, tetapi relatif antara satu proyek terhadap proyek yang lain. Penilaian proyek melalui perbandingan tersebut akan menyulitkan dalam menganalisis proyek mana yang sesuai dengan kriteria strategi. Oleh karena itu dalam analisis strategi ini AHP hanya digunakan untuk membobot tiap kriteria strategi dan penilaian proyek dilakukan terpisah melalui *scoring model*. Kombinasi dari kedua model ini menghasilkan suatu nilai proyek terbobot dan nilai tersebut digunakan untuk memilih proyek dengan membandingkannya terhadap batas pemilihan.

Keluaran dari tahap ini adalah portofolio proyek yang mempunyai tingkat kesesuaian proyek dengan kriteria strategi yang diinginkan, selain proyek yang bersifat wajib. Penyaringan proyek yang dilakukan ini akan dapat menghilangkan proyek-proyek yang tidak sesuai dengan strategi.



Gambar 2. Alur pemilihan proyek berdasarkan kriteria strategi

5. Contoh Penerapan dengan Bantuan SPK

Misi suatu perusahaan adalah mendorong pengembangan Teknologi Informasi di Indonesia. Tujuan perusahaan adalah (1) sukses dalam pemasaran produk dan jasa, (2) sukses dalam inovasi, (3) sukses dalam pengembangan kompetensi, (4) sukses dalam peningkatan produktivitas, dan (5) sukses dalam implementasi sistem. Adapun strategi di perusahaan tersebut adalah (1) merancang produk yang tidak membutuhkan investasi produksi yang tinggi, (2) menurunkan biaya pengembangan produk melalui *benchmarking*, (3) menurunkan biaya R&D melalui peniruan produk pesaing, (4) menciptakan produk yang unik, (5) merancang produk yang mudah diproduksi, dan (6) mengadaptasi produk dari pemimpin pasar.

Saat ini ada delapan usulan proyek yang harus dipertimbangkan dengan karakteristik sebagai berikut:

Proyek 1

Durasi pelaksanaan proyek 2 periode, ukuran proyek 50 (menunjukkan jumlah uang yang dibutuhkan untuk pelaksanaan proyek), kebutuhan sumber daya manusia tiap periode 300 (jumlah jam tenaga kerja yang dibutuhkan).

Proyek 2

Durasi pelaksanaan proyek 3 periode, ukuran proyek 300, kebutuhan sumber daya manusia 1200.

Proyek 3

Durasi pelaksanaan proyek 1 periode, ukuran proyek 75, kebutuhan sumber daya manusia tiap periode 750.

Proyek 4

Durasi pelaksanaan proyek 4 periode, ukuran proyek 600, kebutuhan sumber daya manusia 2200.

Proyek 5

Durasi pelaksanaan proyek 3 periode, ukuran proyek 150, kebutuhan sumber daya manusia 500. Proyek ini baru dapat dijalankan jika proyek 1 selesai.

Proyek 6

Durasi pelaksanaan proyek 2 periode, ukuran proyek 80, kebutuhan sumber daya manusia 300.

Proyek 7

Durasi pelaksanaan proyek 3 periode, ukuran proyek 100, kebutuhan sumber daya manusia 400, dan status proyek sudah melewati satu periode.

Proyek 8

Durasi pelaksanaan proyek 5 periode, ukuran proyek 600, kebutuhan sumber daya manusia 1500.

Horison perencanaan (jumlah periode yang dipertimbangkan dimana proyek akan dikembangkan) tidak kurang dari durasi pengembangan proyek. Dalam implementasi ini diasumsikan horison perencanaan adalah enam periode. Ketersediaan sumber uang tiap periode 250, dan sumber tenaga kerja 3000.

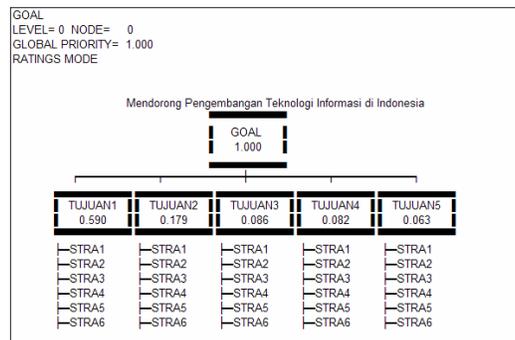
Pendekatan kesesuaian dengan strategi membantu pengambil keputusan dalam memilih proyek berdasarkan tingkat kesesuaian proyek dengan strategi. Proyek diprioritaskan berdasarkan nilai dari tingkat kesesuaian proyek dengan strategi tersebut. Proyek yang bernilai paling tinggi diprioritaskan terlebih dahulu untuk dilaksanakan, selanjutnya jika sumber yang dibutuhkan masih mencukupi proyek yang mempunyai prioritas dibawahnya akan dipilih, dan seterusnya sampai sumber yang dibutuhkan tidak mencukupi lagi untuk melaksanakan proyek.

Jika strategi-strategi dipandang mempunyai kontribusi yang sama terhadap pencapaian tujuan dan misi perusahaan, maka proyek dapat langsung dinilai berdasarkan tiap kriteria strategi. Tetapi jika strategi-strategi tersebut mempunyai kontribusi yang berbeda terhadap pencapaian tujuan dan misi perusahaan, maka proyek akan dinilai berdasarkan tiap kriteria strategi dengan memperhatikan bobot tiap kriteria strategi tersebut.

Dalam contoh implementasi ini diasumsikan kriteria strategi mempunyai kontribusi yang berbeda terhadap pencapaian tujuan dan misi perusahaan. Tingkat kontribusi masing-masing kriteria strategi dihitung dengan bantuan perangkat lunak AHP dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Penyusunan struktur kriteria strategi

Struktur dibangun berdasarkan kontribusi kriteria strategi terhadap pencapaian tujuan dan kontribusi tujuan terhadap pencapaian misi. Gambar struktur kriteria strategi dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Struktur hirarki strategi

b. Pembobotan kriteria strategi

Masing-masing kriteria strategi akan dicari bobotnya dengan menggunakan matriks berpasangan dan memperhatikan elemen di atas-nya. Perhitungan bobot ini dibantu dengan perangkat lunak AHP dan hasilnya akan diterima jika rasio konsistensi ≤ 0.1 . Tabel berikut ini adalah hasil pembobotan yang dilakukan oleh perangkat lunak AHP.

Tabel 1. Bobot strategi

Subkriteria strategi	Kriteria tujuan					Bobot Total
	Tujuan 1	Tujuan 2	Tujuan 3	Tujuan 4	Tujuan 5	
Strategi 1	0,069	0,009	0,005	0,018	0,009	0,11
Strategi 2	0,058	0,006	0,003	0,023	0,009	0,10
Strategi 3	0,06	0,006	0,003	0,016	0,010	0,10
Strategi 4	0,192	0,067	0,036	0,008	0,010	0,31
Strategi 5	0,156	0,067	0,023	0,008	0,010	0,26
Strategi 6	0,054	0,025	0,016	0,009	0,013	0,12

Bobot kriteria strategi yang diperoleh dari perhitungan di atas menjadi masukan dalam penilaian proyek terbobot. Penilaian proyek dilakukan dengan menggunakan *scoring model* (tiap proyek dinilai berdasarkan tiap kriteria strategi dengan memberikan skor antara 1 – 10) dan dibantu dengan aplikasi program yang dikembangkan. Urutan penilaian yang dibantu dengan program aplikasi dapat dilihat pada gambar berikiut ini.

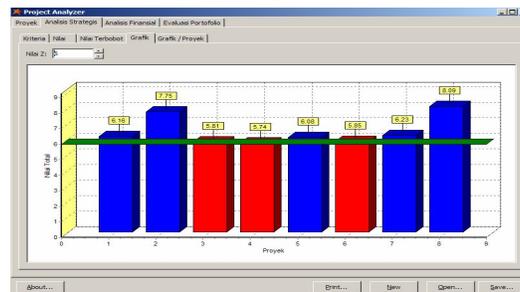
Kriteria	Nilai	Nilai Terbobot	Gratik	Gratik/Proyek
Proyek				
Kriteria				
Proyek				
Modifikasi Produk A	9	8	8	5
Pengembangan Produk X	6	5	5	9
Modifikasi Produk B	2	2	3	9
Pengembangan Produk Y	4	4	4	8
Modifikasi Produk C	7	8	8	5
Modifikasi Produk D	9	8	8	4
Modifikasi Produk E	8	7	7	5
Pengembangan Produk Z	5	5	5	10

Gambar 4. Nilai proyek untuk tiap kriteria strategi

Kriteria	Nilai	Nilai Terbobot	Gratik	Gratik/Proyek	Total
Proyek					
Kriteria					
Proyek					
Modifikasi Produk A	0.32	0.8	0.8	1.55	1.3
Pengembangan Produk X	0.65	0.5	0.5	2.79	2.94
Modifikasi Produk B	0.22	0.2	0.3	2.79	1.82
Pengembangan Produk Y	0.44	0.4	0.4	2.48	1.3
Modifikasi Produk C	0.77	0.8	0.8	1.55	1.56
Modifikasi Produk D	0.99	0.8	0.8	1.24	1.3
Modifikasi Produk E	0.88	0.7	0.7	1.55	1.56
Pengembangan Produk Z	0.55	0.5	0.5	3.1	2.6

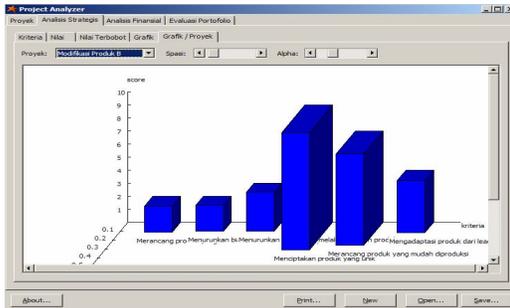
Gambar 5. Nilai total terbobot proyek

Hasil dari penilaian tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik. Dari grafik tersebut dapat dinilai proyek-proyek yang sudah sesuai dengan kriteria strategi dan proyek yang tidak sesuai dengan kriteria strategi. Penilaian kesesuaian dilakukan dengan membandingkan nilai terbobot dengan batas pemilihan. Diasumsikan batas penyaringan untuk memisahkan proyek yang sesuai dan tidak sesuai dengan kriteria strategi adalah 6.

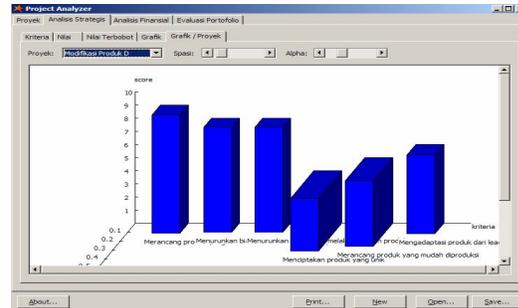


Gambar 6. Grafik kesesuaian proyek dengan kriteria strategi

Pengambil keputusan dapat memutuskan proyek apa saja yang akan lolos bantuan grafik tersebut dan untuk lebih mendukung lagi dalam pengambilan keputusan grafik tambahan diberikan untuk menunjukkan nilai tiap kriteria tiap proyek. Melalui grafik tambahan ini, pengambil keputusan dapat mempertimbangkan lebih seksama lagi terutama untuk proyek yang nilainya berada di bawah batas penyaringan. Informasi yang diperoleh dari grafik tambahan adalah nilai proyek pada tiap kriteria serta bobot kriterianya. Pada grafik dapat tergambar suatu proyek yang mempunyai nilai total terbobot berada di bawah batas penyaringan, tetapi mempunyai nilai yang sangat bagus pada kriteria-kriteria strategi yang mempunyai bobot yang tinggi. Dalam contoh kasus, proyek 3, 4, dan 6 mempunyai nilai total terbobot di bawah 6. Proyek tersebut masih dapat lolos jika nilai proyek tersebut sangat tinggi pada kriteria strategi menciptakan produk yang unik dan merancang produk yang mudah diproduksi yang mempunyai bobot yang tinggi. Gambar grafik tambahan ini dapat dilihat pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Grafik proyek 3



Gambar 8. Grafik proyek 6

Dari kedua gambar di atas dapat dilihat bahwa proyek 3 mempunyai nilai yang tinggi pada kriteria-kriteria yang berbobot tinggi, sedangkan proyek 6 mempunyai nilai yang rendah pada kriteria-kriteria yang berbobot tinggi sehingga proyek 3 mempunyai peluang yang besar untuk dapat lolos ke tahap berikutnya. Berdasarkan informasi tersebut, pengambil keputusan dapat menentukan lolos tidaknya suatu proyek yang mempunyai nilai kesesuaian strategi di bawah batas.

Analisis strategis mungkin memberikan hasil berupa proyek-proyek terpilih yang akan dikembangkan. Dalam contoh kasus ini proyek yang terpilih adalah proyek 1, 2, 3, 5, 7, dan 8.

Pengambil keputusan menggunakan nilai kesesuaian proyek dengan strategi untuk membuat prioritas proyek yang akan dipilih. Hasil perhitungan memberikan urutan prioritas proyek sebagai berikut: Proyek 8, 2, 7, 1, 5, dan 3.

Tabel 2. Alokasi sumber pada proyek berdasarkan kriteria strategi

Urutan	Proyek	Nilai Strategis	Alokasi uang pada tiap periode					
			1	2	3	4	5	6
1	8	8.09	120	120	120	120	120	
2	2	7.75	100	100	100			
3	7	6.23				50	50	
4	1	6.16	25	25				
5	5	6.08				50	50	50
6	3	5.81						75

Urutan	Proyek	Nilai Strategis	Alokasi jam kerja pada periode					
			1	2	3	4	5	6
1	8	8.09	1500	1500	1500	1500	1500	
2	2	7.75	1200	1200	1200			
3	7	6.23				400	400	
4	1	6.16	300	300				
5	5	6.08				500	500	500
6	3	5.81						750

Berdasarkan pengalokasian sumber di atas proyek-proyek yang terpilih untuk dikembangkan adalah sebagai berikut:

- Pilih proyek 1 yang mulai dikembangkan pada periode 1 dalam horison perencanaan.
- Pilih proyek 2 yang mulai dikembangkan pada periode 1 dalam horison perencanaan.
- Pilih proyek 3 yang mulai dikembangkan pada periode 6 dalam horison perencanaan.
- Pilih proyek 5 yang mulai dikembangkan pada periode 4 dalam horison perencanaan.
- Pilih proyek 7 yang mulai dikembangkan pada periode 4 dalam horison perencanaan.
- Pilih proyek 8 yang mulai dikembangkan pada periode 1 dalam horison perencanaan.

6. Kesimpulan dan Saran

Pendekatan strategis dapat menjamin portofolio terpilih terdiri dari proyek-proyek yang sesuai dengan strategi di perusahaan. Sistem pendukung keputusan dapat membantu pengambil keputusan dalam memutuskan proyek-proyek apa saja yang masuk dalam portofolio.

Tidak cukup hanya satu model untuk mendapatkan performansi portofolio yang baik, untuk itu sistem pendukung keputusan ini dapat dikembangkan dengan menyediakan model lain seperti model keuangan, resiko, dan optimasi.

Daftar Pustaka

- Archer, N. P. and Ghasemzadeh, F., An Integrated Framework for Project Portfolio Selection, *International Journal of Project Management*, Vol. 17, No. 4, 1999, 207 – 216.
- Belliveau, P., Griffin, A., and Somermeyer, S., *The PDMA Tool Book for New Product Development*, John Wiley & Sons, New York, 2002.
- Cooper, Robert G., Edgett, Scott, J., and Kleinschmidt, Elko J., New Product Portfolio Management: Practices and Performance, *Journal Product Innovation Management*, 1999, 16, 333-351.
- Saaty, Thomas L., *Fundamentals of Decision Making: And Priority Theory with The Analytic Hierarchy Process*, Vol. VI, RWS Publications, Pittsburgh, PA, 1994.
- Turban, Efraim and Aronson, Jay E., *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, 5th edition, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1998.