

**PERANCANGAN PURWARUPA SISTEM PAKAR MANAJEMEN INVESTASI
TI BERBASIS TABEL MANFAAT BISNIS SI/TI GENERIK****Yusrizal Erwansyah¹, Benny Ranti², Widijanto Satyo Nugroho³**

Universitas Indonesia

Email: ¹yusrizal.erwansyah@ui.ac.id, ²ranti@cs.ui.ac.id, ³wnugroho@cs.ui.ac.id**Abstrak**

Pengeluaran belanja Sistem Informasi (SI)/Teknologi Informasi (TI) secara global sangat besar dan terus meningkat setiap tahunnya. Dengan belanja yang besar maka investasi yang dilakukan perlu diperlihatkan manfaat bisnisnya. Untuk melakukan identifikasi manfaat bisnis dapat menggunakan Tabel Manfaat Bisnis SI/TI Generik. Proses identifikasi manfaat bisnis membutuhkan kajian yang mendalam serta membutuhkan referensi dari berbagai sumber. Dengan kemajuan teknologi, data penelitian terdahulu dapat digunakan sebagai *knowledge base* model dalam suatu sistem pakar sehingga menjadi alat bantu untuk mempermudah proses analisis manfaat bisnis. Perancangan purwarupa sistem pakar dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman C# dan basis data SQLServer. Data pembelajaran awal menggunakan data manfaat bisnis dari 6 studi kasus yang dikelompokkan berdasarkan 3 kategori yaitu Tipe Industri, Tipe Proyek dan Tipe Investasi. Metode pencarian yang digunakan sebagai *logical inference mechanism* untuk melakukan analisis adalah *forward chaining*. Purwarupa sistem pakar menggunakan pendekatan *Human in the Loop* sehingga pengguna atau pakar dapat melakukan intervensi dari hasil rekomendasi yang dihasilkan oleh sistem. Pengujian dilakukan melalui simulasi kajian studi kasus untuk melihat apakah algoritma yang sudah dibangun berjalan dengan baik. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa purwarupa dapat memberikan informasi tambahan kepada pengguna dalam melakukan kajian manfaat bisnis SI/TI. Informasi tersebut berupa manfaat bisnis yang relevan dan signifikan serta hubungan sebab akibat dari manfaat bisnis yang teridentifikasi.

Kata kunci: Tabel Manfaat Bisnis SI/TI, Sistem Pakar, Manajemen Investasi SI/TI, *knowledge base*, *human in the loop*

Abstract

Expenditures for Information Technology (IT) and Information Systems (IS) globally are significant and continue to increase each year. With such substantial spending, it is crucial to demonstrate the business values of the investments made. To identify these business values, the Generic IT/IS Business Values Table can be used. The process of identifying business values requires in-depth study and references from various sources. With technological advancements, previous research data can be utilized as a knowledge base model in an expert system, serving as a tool to facilitate the analysis of business values. The prototype of the expert system is developed using the C# programming language and SQLServer database as its foundation. The initial learning data is derived

How to cite:Yusrizal Erwansyah, Benny Ranti, Widijanto Satyo Nugroho (2023), Judul, (5) 8,
<https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v5i7.2416> ___**E-ISSN:**[2684-883X](https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v5i7.2416)**Published by:**[Ridwan Institute](https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v5i7.2416)

from the business values of six case studies categorized into three types: Industry Type, Project Type, and Investment Type. The search method used as a logical inference mechanism for analysis is forward chaining. The prototype of expert system adopts the Human in the Loop approach, enabling users or experts to intervene in the results and recommendations generated by the system. Testing is conducted through simulation of case study analyses to assess the performance of the built algorithm. The test results show that the prototype can provide additional information to users for conducting a study on the business values of IT/IS. This information consists of relevant and significant business values as well as cause-and-effect relationships of the identified business values.

Keywords: *Generic IS/IT Business Value, expert system, IS/IT investment management, knowledge base, human in the loop*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) berlangsung dengan cepat, salah satu contohnya dapat dilihat dari tingkat penetrasi penggunaan internet di Indonesia yang mencapai 77,02% dari total jumlah penduduk Indonesia (APJII, 2022). Transaksi digital juga mengalami peningkatan yang sangat pesat. Sejak tahun 2018-2022 terjadi peningkatan transaksi pada *e-commerce* sebesar 47,7%. Selain itu transaksi *digital banking* juga meningkat sebesar 18,2% dan transaksi *e-money* sebesar 18,65% (Bank Indonesia, 2020).

Seiring dengan perkembangan revolusi industri 4.0, organisasi memanfaatkan TI untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Beberapa teknologi yang digunakan antara lain seperti *artificial intelligence* (kecerdasan artifisial), *big data* dan *internet of things* (IoT) (Klaus, 2016). Untuk teknologi kecerdasan artifisial dikenal adanya *expert system* (sistem pakar), *computer vision*, *machine learning*, *natural language processing*, dan masih banyak lagi teknologi lainnya (Russel & Norvig, 2016).

Organisasi harus dapat beradaptasi secara dinamis dengan perkembangan teknologi yang terus berlanjut. Hal ini dapat dilihat dengan meningkatnya jumlah belanja Sistem Informasi (SI)/TI yang dikeluarkan oleh organisasi. Pada tahun 2023 diperkirakan terjadi peningkatan belanja SI/TI sebesar 5,5% dari tahun sebelumnya dengan total mencapai lebih kurang \$4,6T (Gartner, 2023). Dengan jumlah biaya yang dikeluarkan untuk investasi SI/TI yang sangat besar, maka manfaat bisnis dari investasi yang dilakukan harus dapat diukur. Proses pengukuran manfaat bisnis ini sangat penting sehingga organisasi dapat memutuskan apakah investasi SI/TI layak untuk dilaksanakan (Ahmad & Arshad, 2014). Pentingnya pengukuran investasi ini juga tercantum di dalam Peraturan Menteri Keuangan nomor 133/PMK.01/2022 yang mengatur tentang Tata Kelola Teknologi Informasi pada lingkungan Kementerian Keuangan. Selain itu hal ini juga termuat dalam Peraturan Menteri BUMN nomor PER-03/MBU/02/2018 yang mengatur tentang Panduan Penyusunan Pengelolaan Teknologi Informasi Badan Usaha Milik Negara.

Untuk dapat mengukur manfaat bisnis SI/TI, terdapat beberapa metodologi yang biasa digunakan seperti *Information Economic* (IE), *Balanced Scorecard* (BSC), *Real Options* (RO) dan *Economic Value Added* (EVA) (Ranti, 2006). Metode-metode tersebut

pada dasarnya menggunakan pendekatan finansial, non-finansial, atau kombinasi antara finansial dan non-finansial. Walaupun demikian metode-metode tersebut tidak memiliki standar templat manfaat bisnis TI dan kuantifikasinya (Ranti, 2008). Untuk membantu proses identifikasi manfaat bisnis, dapat merujuk pada Tabel Manfaat Bisnis SI/TI Generik yang mengelompokkan manfaat bisnis ke dalam 13 (tiga belas) kategori dan 73 (tujuh puluh tiga) sub kategori (Ranti, 2008).

Dengan bantuan tabel tersebut, dapat dilakukan identifikasi manfaat bisnis yang relevan serta memberikan dampak yang signifikan bagi organisasi. Dari manfaat bisnis tersebut terdapat manfaat bisnis yang saling terkait sehingga perlu dilakukan analisis hubungan sebab akibat dari manfaat bisnis yang teridentifikasi.

Tabel Manfaat Bisnis SI/TI juga sudah dilengkapi dengan metrik pengukuran manfaat TI (Antasari, 2011) dan indikator risiko (Samuel, 2014) dari masing-masing manfaat bisnis. Selain itu juga terdapat hubungan antara tipe industri dan tipe proyek terhadap manfaat bisnis (Prima, 2014). Tipe investasi dari investasi TI yang dilakukan oleh organisasi juga mempengaruhi manfaat bisnis.

Manfaat yang signifikan bagi organisasi dapat diperoleh melalui penggunaan TI yang tepat. Parker membentuk kuadran *corporate value* yang menghubungkan antara kinerja bisnis organisasi dengan manfaat yang dihasilkan dari penggunaan TI (Parker, 1988). *Corporate value* ini dapat membantu memahami bagaimana penggunaan TI dapat memberikan manfaat bagi organisasi.

Kajian yang mendalam perlu dilakukan dalam proses identifikasi manfaat bisnis investasi SI/TI sehingga membutuhkan tambahan referensi dari berbagai sumber untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan artifisial, maka referensi dari kajian atau penelitian sebelumnya yang terkait manfaat bisnis dari investasi TI dapat dijadikan sebagai *knowledge base* (basis pengetahuan) sistem pakar yang dapat menjadi alat bantu untuk membantu proses identifikasi manfaat bisnis.

Sistem pakar merupakan suatu sistem perangkat lunak yang bekerja dalam suatu domain yang terbatas yang merepresentasikan kinerja dari pakar yang berada dalam suatu domain yang sama. Sistem pakar mampu memberikan penjelasan yang sangat baik dalam memberikan hasil rekomendasi yang setara dengan kemampuan seorang pakar (Kastner and Hong, 1984). Sistem pakar menggunakan pengetahuan serta kondisi-kondisi tertentu untuk menyelesaikan suatu masalah yang bersumber dari pengetahuan dari seorang pakar. Sistem pakar adalah cabang dari kecerdasan artifisial yang ditemukan pada tahun 1960 (Leo Kumar, 2017).

Sistem pakar memiliki 3 komponen yaitu *User Interface*, *Logical Inference Mechanism* dan *Knowledge Base* (Sotnik, Deineko, & Lyashenko, 2022). *User interface* menghubungkan antara pengguna dengan sistem. *Logical inference mechanism* merupakan bagian penting dari sebuah sistem pakar yang terdiri dari aturan atau kondisi untuk memecahkan masalah. *Knowledge base* merupakan kumpulan dari data dan fakta terkait suatu pengetahuan yang dimiliki oleh pakar dalam suatu bidang tertentu. Teknik pencarian umum yang biasa digunakan dalam sistem pakar adalah *forward chaining* dan

backward chaining (Gupta & Singhal, 2013). Pendekatan yang biasa digunakan dalam aplikasi sistem pakar antara *Human in the Loop* (HITL) dan *Human out of the Loop* (HOTL) (Pritchard, 2019).

Pendekatan Perancangan

1. Identifikasi Manfaat Bisnis

Untuk membantu melakukan identifikasi manfaat bisnis digunakan Tabel Manfaat Bisnis SI/TI Generik. Tabel ini disebut generik karena disusun dari 60 studi kasus dari berbagai organisasi di Indonesia yang melakukan implementasi proyek TI. Tabel ini disusun menggunakan metodologi *hermeneutics* dalam melakukan interpretasi dan generalisasi manfaat bisnis SI/TI yang ditemukan pada seluruh studi kasus dan diolah menjadi manfaat bisnis generik yang dapat digunakan pada setiap industri dan proyek SI/TI. Proses penyusunan ini menghasilkan 13 (tiga belas) kategori yang terdiri dari 73 (tujuh puluh tiga) sub kategori. Perbedaan manfaat yang bersifat *tangible* dan *intangible* dapat dihilangkan dengan menggunakan tabel ini sehingga manfaat bisnis yang dihasilkan oleh investasi TI dapat langsung ditentukan oleh organisasi. Tabel 1 menunjukkan kategori pada Tabel Manfaat Bisnis SI/TI Generik beserta kode kategori dan jumlah sub kategorinya.

Tabel 1 Tabel Manfaat Bisnis SI/TI Generik
Sumber: (Ranti, 2008)

No	Kategori	Kode Kategori	Sub Kategori
1	Mengurangi / Menekan Biaya (dari)	RCO	15
2	Meningkatkan Produktivitas (karena disebabkan oleh)	IPR	4
3	Mempercepat Proses (dari)	APR	8
4	Mengurangi Risiko (dari)	RRI	12
5	Meningkatkan Pendapatan (yang disebabkan oleh)	IRE	5
6	Meningkatkan Keakuratan (dari)	IAC	5
7	Mempercepat <i>cash-in</i> (disebabkan oleh)	ACI	1
8	Meningkatkan Layanan Eksternal (dari)	IES	5
9	Meningkatkan Citra (disebabkan oleh)	IIM	4
10	Meningkatkan Kualitas (dari)	IQU	4
11	Meningkatkan Layanan Internal (dari)	IIS	4
12	Meningkatkan Keunggulan Kompetitif (disebabkan oleh)	ICA	3
13	Menghindari Biaya (dari)	ACO	3

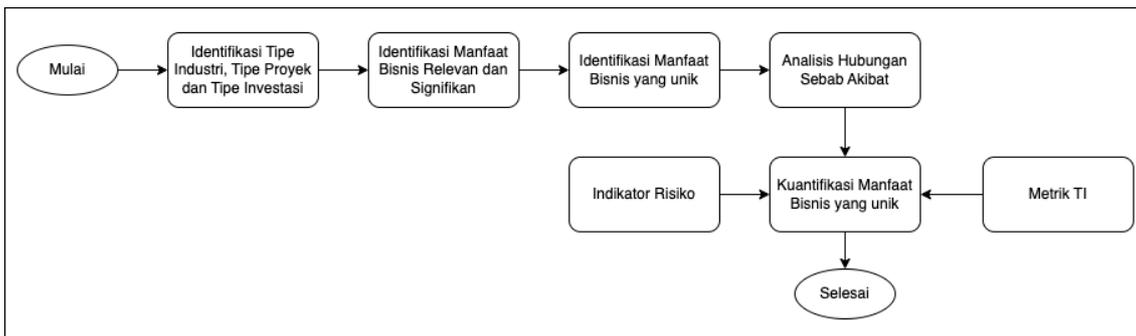
Tahap awal dalam melakukan proses identifikasi manfaat bisnis adalah dengan mengidentifikasi investasi TI pada organisasi ke dalam 3 kategori yaitu tipe industri,

tipe proyek dan tipe investasi. Hal ini bertujuan untuk melihat hubungan antara manfaat bisnis dengan 3 kategori tersebut sehingga data hasil analisis ini bisa digunakan kembali sebagai referensi dalam melakukan kajian selanjutnya.

Karena Tabel Manfaat Bisnis SI/TI ini bersifat generik, maka untuk setiap kasus yang berbeda akan dihasilkan daftar manfaat bisnis yang perlu dianalisis lebih lanjut. Dari daftar manfaat bisnis tersebut, perlu dilakukan analisis manfaat bisnis yang relevan dan memberikan dampak yang signifikan terhadap investasi TI bagi organisasi.

Untuk menghindari terjadinya duplikasi kuantifikasi nilai manfaat bisnis, maka selanjutnya dilakukan analisis hubungan sebab akibat untuk menemukan apakah adanya hubungan dari manfaat bisnis yang sudah teridentifikasi. Pakar terlebih dahulu menentukan manfaat bisnis yang unik untuk memulai analisis hubungan sebab akibat dari manfaat bisnis tersebut.

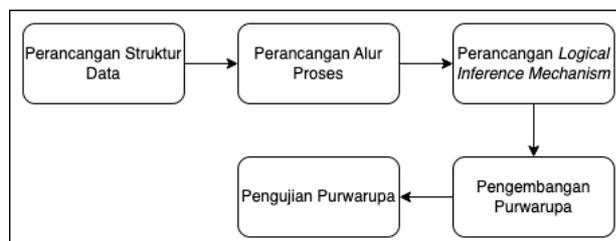
Hasil dari analisis hubungan tersebut memberikan sejumlah manfaat bisnis yang unik yang perlu dilihat faktor risiko apa saja yang dapat menghambat tercapainya manfaat bisnis tersebut. Proses berikutnya adalah menentukan metrik TI yang digunakan untuk mengkuantifikasi nilai manfaat bisnis. Gambar 1 menampilkan keseluruhan alur proses.



Gambar 1 Alur Proses Identifikasi Manfaat Bisnis

2. Perancangan Purwarupa Sistem Pakar

Tahapan perancangan purwarupa sistem pakar manajemen investasi TI dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Tahapan Perancangan Purwarupa

A. Perancangan Struktur Data

Data yang digunakan sebagai data pembelajaran awal untuk purwarupa sistem pakar menggunakan 6 studi kasus yang melakukan identifikasi manfaat bisnis berdasarkan Tabel Manfaat Bisnis SI/TI Generik. Data tersebut dikelompokkan berdasarkan kategori yang dapat dikenali dari investasi TI pada suatu organisasi seperti tipe industri, tipe proyek, dan tipe investasi. Tipe industri yang digunakan adalah Transportasi dan Gudang (3 studi kasus), Keuangan dan Akuntansi (2 studi kasus) dan Informasi (1 studi kasus). Tipe proyek yang digunakan adalah *Enterprise Resource Planning* (ERP) (3 studi kasus), *Manajemen Information System* (MIS) (2 studi kasus), Sistem Perbankan (1 studi kasus) dan Infrastruktur (1 studi kasus). Hasil pengelompokan data tersebut dijadikan sebagai data *fact* yaitu FactIndustri, FactProyek dan FactInvestasi sehingga dapat digabungkan menjadi FactManfaatBisnis yang akan menjadi data pengetahuan dari sistem pakar yang akan dikembangkan.

Tabel 2 memperlihatkan pengelompokan data studi kasus dan kategori manfaat bisnis beserta jumlah sub kategori yang signifikan. Sebagai contoh pada studi kasus 1 dapat dilihat bahwa tipe industri adalah Transportasi dan Gudang, tipe proyek adalah ERP, tipe investasi adalah Perbaikan dan jumlah sub kategori yang signifikan untuk masing-masing kategori manfaat bisnis.

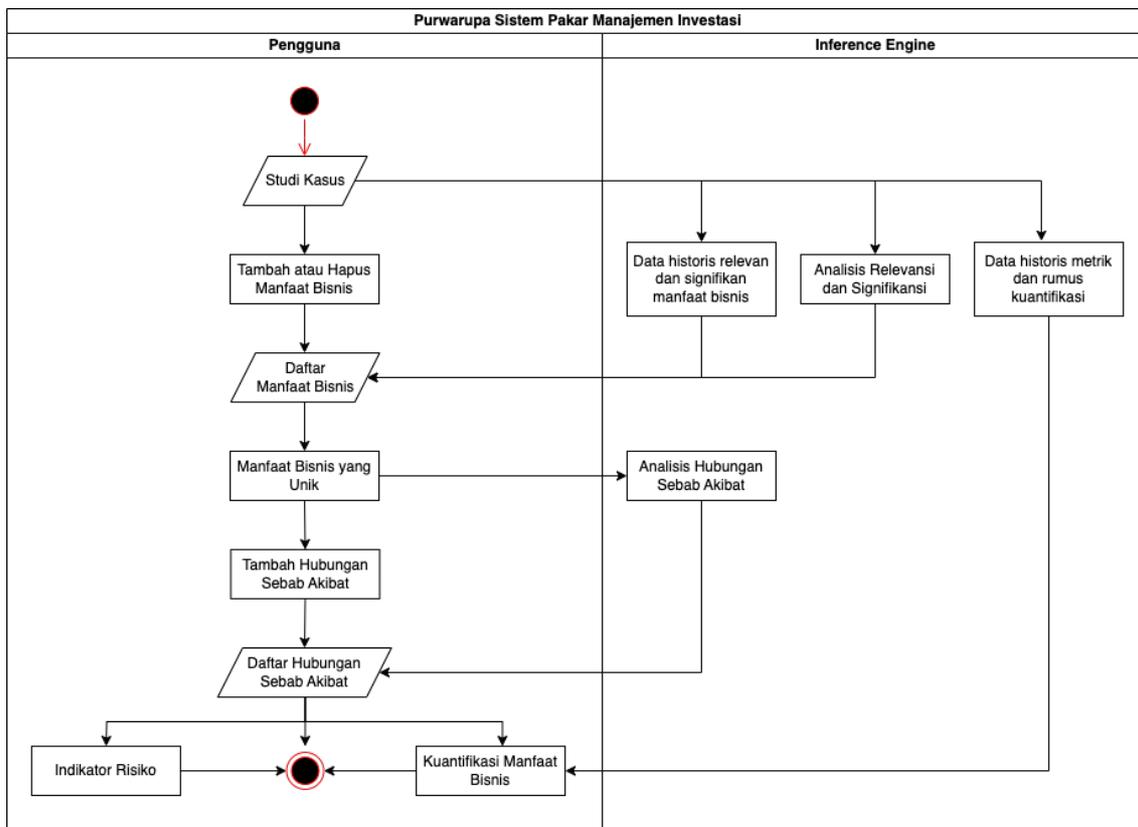
Tabel 2 FactManfaatBisnis

Studi Kasus	Tipe Industri	Tipe Proyek	Tipe Investasi	Kategori Manfaat Bisnis
1 (Muzahry, 2012)	Transportasi dan Gudang	ERP	Perbaikan	RCO (4), IPR (1), APR (2), RRI (3), IRE (2), IAC (2), ACI (1), IIM (1), IQU (2)
2 (Akmal, 2020)	Transportasi dan Gudang	ERP	Perbaikan	RCO (2), APR (6), IPR (2), RRI (6), IRE (3), IES (2), IQU (2)
3 (Rizkiyah, 2021)	Informasi	MIS	Perbaikan	RCO (4), IPR (2), APR (3), RRI (2), IAC (3), IES (5), IIM (1), IQU (3), IIS (1)
4 (Zelfia, 2022)	Keuangan dan Asuransi	Sistem Perbankan	Perbaikan	RCO (1), IPR (2), APR (4), RRI (3), IRE (1), IAC (3), IES (1), IIM (1)
5 (Wijaya, 2023)	Keuangan dan Asuransi	Infrastruktur	Peningkatan Performa	RCO (2), APR (1), IPR (1), RRI (2), IRE (2), IES (1), ACI (1), IIM (1), IQU (1), ICA (2), ACO (1)

6 (Efendi, 2022)	Transportasi dan Gudang	ERP	Perbaikan	RCO (8), IPR (3), APR (7), RRI (9), IRE (4), IAC (5), IES (1), IIM (1), IQU (4), ICA (2), ACO (1)
------------------	-------------------------	-----	-----------	---

B. Perancangan Alur Proses

Untuk menggambarkan proses yang terjadi pada purwarupa sistem pakar menggunakan *activity diagram*. Alur proses dirancang berdasarkan proses yang dilakukan pakar dalam melakukan identifikasi manfaat bisnis. Alur proses purwarupa sistem pakar digambarkan pada Gambar 3.



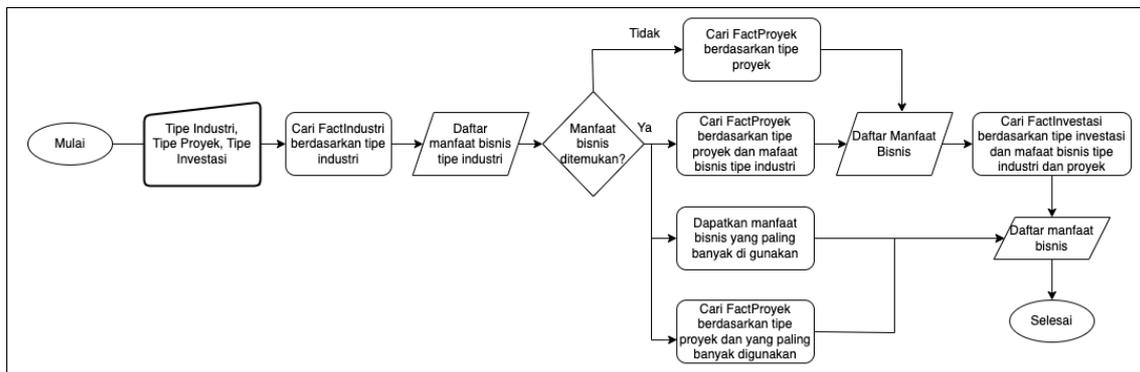
Gambar 3 Alur Proses Purwarupa Sistem Pakar

C. Perancangan Logical Inference Mechanism

Proses analisis manfaat bisnis relevan dan signifikan serta proses analisis hubungan sebab akibat dari manfaat bisnis yang diperoleh merupakan bagian dari *Logical inference mechanism* pada purwarupa sistem pakar ini. Teknik pencarian yang digunakan dalam proses analisis tersebut adalah *forward chaining*. Teknik ini dipilih karena pakar memberikan masukan awal kepada sistem untuk memulai proses analisis.

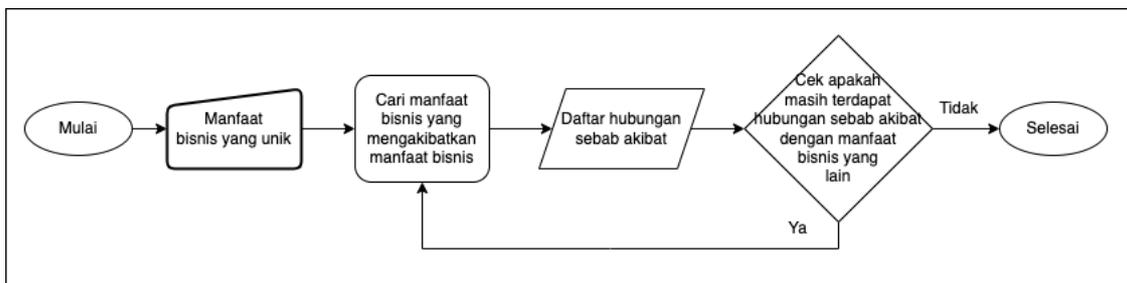
Pada proses analisis manfaat bisnis, pakar memberikan masukan ke dalam sistem berupa tipe industri, tipe proyek dan tipe investasi. Dari data fakta ini kemudian dilakukan pencarian ke dalam data pengetahuan sistem pakar.

Aturan pertama yang digunakan adalah menentukan manfaat bisnis yang signifikan berdasarkan tipe industri. Selanjutnya dari manfaat bisnis tersebut akan dilakukan pencarian kembali berdasarkan tipe proyek dan yang terakhir berdasarkan tipe investasi. Hasil akhir akan memberikan referensi manfaat bisnis apa saja yang signifikan dari investasi TI yang dijalankan. Gambar 4 menunjukkan alur proses lengkap dalam melakukan proses identifikasi manfaat bisnis yang signifikan.



Gambar 4 Alur Proses Identifikasi Manfaat Bisnis

Forward *chaining* juga digunakan dalam melakukan analisis hubungan sebab akibat. Pakar memberikan masukan ke dalam sistem berupa manfaat bisnis unik yang sesuai dengan tujuan dari investasi TI. Dari manfaat bisnis unik tersebut akan dilakukan pencarian terhadap seluruh manfaat bisnis yang terkait pada data pengetahuan hingga tidak ditemukan hubungan dengan manfaat bisnis lainnya. Gambar 5 menunjukkan alur proses analisis hubungan sebab akibat.



Gambar 5 Alur Proses Analisis Hubungan Sebab Akibat

D. Pengembangan Purwarupa

Desain teknis pengembangan purwarupa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Desain Teknis Pengembangan

No	Nama	Keterangan
1	Integrated Development Environment (IDE)	Visual Studio 2022
2	Bahasa Pemrograman	C#
3	Bahasa Marking	HTML, CSS
4	Basis Data	SQLServer

E. Pengujian Purwarupa

Pengujian purwarupa dilakukan melalui simulasi kajian investasi TI menggunakan berbagai kombinasi dari tipe industri, tipe proyek dan tipe investasi. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah purwarupa sistem pakar yang sudah dikembangkan mampu berjalan dengan baik dan menghasilkan rekomendasi yang sesuai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Purwarupa Sistem Pakar Manajemen Investasi TI adalah suatu purwarupa dari sistem pakar yang berfungsi untuk melakukan identifikasi manfaat bisnis investasi SI/TI berbasis Tabel Manfaat Bisnis SI/TI Generik. Purwarupa ini akan memberikan rekomendasi manfaat bisnis yang relevan dan signifikan dari investasi SI/TI serta rekomendasi hubungan sebab akibat dari manfaat bisnis yang relevan dan signifikan.

Pada rancangan awal data pengetahuan diklasifikasikan ke dalam 3 kategori yaitu tipe industri, tipe proyek dan tipe investasi. Pengembangan selanjutnya, data pengetahuan dapat dilengkapi dengan menambahkan kategori *corporate value* sehingga dapat dilihat manfaat bisnis yang terkait dengan posisi organisasi berdasarkan kuadran *corporate value* (Parker, 2016).

Teknik pencarian yang digunakan pada *logical inference mechanism* adalah *forward chaining* yang berfungsi untuk melakukan identifikasi manfaat bisnis yang relevan dan signifikan serta analisis hubungan sebab akibat dari manfaat bisnis tersebut. Pengembangan selanjutnya dapat memanfaatkan pendekatan *machine learning* untuk dapat mengenali pola dari hubungan sebab akibat manfaat bisnis.

Purwarupa yang dikembangkan menggunakan pendekatan HITL sebagai rancangan awal. Dengan intervensi yang dilakukan pakar dalam mengambil keputusan, maka data pengetahuan yang dimiliki oleh sistem akan menjadi semakin lengkap, sehingga hasil rekomendasi yang diberikan menjadi lebih sesuai. Sistem yang sudah menjadi semakin lengkap, pada akhirnya dapat mengurangi intervensi pakar dalam penggunaannya. Pendekatan HOTL dapat diimplementasikan dalam pengembangan purwarupa ini.

Berdasarkan pengujian terhadap proses analisis hubungan sebab akibat, hasil pencarian masih memiliki kemungkinan tidak ditemukannya hubungan dari suatu

manfaat bisnis. Pakar dapat melakukan intervensi dengan menambahkan hubungan sebab akibat dari manfaat bisnis tersebut. Intervensi ini juga akan menambah data pengetahuan sistem pakar sehingga hasil analisis dapat menunjukkan hubungan sebab akibat dari semua manfaat bisnis yang teridentifikasi.

KESIMPULAN

Dengan bantuan sistem pakar, proses identifikasi manfaat bisnis dapat dilakukan dengan lebih cepat dan menyeluruh. Referensi dan pembelajaran dari kajian-kajian sebelumnya, dapat membantu pakar dalam mengambil keputusan terkait manfaat bisnis yang memiliki dampak signifikan bagi organisasi dari investasi SI/TI yang dilakukan.

Pada rancangan awal purwarupa sistem pakar menggunakan pendekatan HITL, pakar masih termasuk bagian dari sistem dalam memberikan keputusan terkait manfaat bisnis yang dapat dirasakan dalam investasi TI. Semakin banyak kajian yang dilakukan, maka data pengetahuan akan semakin bertambah dan menjadi lebih lengkap sehingga hasil analisis akan menjadi lebih sesuai. Hal ini menjadi keuntungan yang dimiliki oleh pendekatan HITL. Setelah purwarupa digunakan secara terus menerus, data pengetahuan yang dimiliki akan menjadi semakin lengkap.

Pengembangan lanjutan dapat terus dilakukan untuk melengkapi fungsi-fungsi yang ada pada purwarupa sehingga sistem pakar ini dapat digunakan oleh pengambil keputusan di organisasi dalam mengidentifikasi manfaat bisnis dari investasi SI/TI.

BIBLIOGRAFI

- Ahmad, F., & Arshad, N. H. (2014). Value Delivery of Information Technology Investment: A Conceptual Framework. *Internation Journal of Computer Theory and Engineering*, 6(2), 150-154.
- Akmal, M. (2020). Analisis Manfaat Investasi Penerapan Enterprise Resource Planning di Instansi Pemerintahan: Studi Kasus Perusahaan Umum Bulog. *Karya Akhir. Universitas Indonesia*.
- Antasari, T. (2011). Kajian Literatur Identifikasi dan Klasifikasi Metriks TI yang digunakan untuk Mengkuantifikasi Nilai Manfaat Ekonomis. *Karya Akhir. Universitas Indonesia*.
- APJII. (2022, June 10). *Profil Internet Indonesia 2022*. Diambil kembali dari Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia: <https://apjii.or.id/>
- Bank Indonesia. (2022). *Synergy and Innovation Sthrengthening Resilience and Revival Towards Advanced Indonesia - Economic Report on Indonesia 2022*. Diambil kembali dari Bank Indonesia: <https://www.bi.go.id/>
- Efendi, M. (2022). Analisis Manfaat Ekonomi Perbaikan Tingkat Kematangan Manajemen Layanan TI Menuju Industri 4.0: Studi Kasus Perum Bulog. *Karya Akhir. Universitas Indonesia*.

- Gartner. (2023). *Gartner Forecasts Worldwide IT Spending to Grow 5.5% in 2023*. Diambil kembali dari Gartner: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-04-06-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-5-percent-in-2023>
- Gupta, S., & Singhal, R. (2013). Fundamentals and Characteristics of an Expert System. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 1(3), 110-113.
- Kastner, J., & Hong, S. (1984). A Review of Expert System. *European Journal of Operational Research*, 18, 285-293.
- Leo Kumar, S. (2017). State of the Art-Intense Review on Artificial Intelligence System Application in Process Planning and Manufacturing. *Engineering Application of Artificial Intelligence*, 65, 294-329.
- Muzahry, Y. (2012). Analisis Manfaat Investasi SI/TI dengan Menggunakan Metode Ranti's Generic IS/IT Business Value dan Economic Value Added: Studi Kasus PT. Samudera Indonesia. *Karya Akhir. Universitas Indonesia*.
- Parker, M., Robert, J., & H. Edgar, T. (1988). *Information Economics: Linking Business Performance to Information Technology*. Prentice Hall.
- Prima, B. (2014). Kajian Penerapan Tabel Manfaat Bisnis SI/TI Generik pada Beberapa Tipe Industri dan Proyek SI/TI di Indonesia. *Karya Akhir. Universitas Indonesia*.
- Pritchard, M. (2019). Artificial Intelligence and Operational Art: The Element of Grip. *School of Advanced Military Studies US Army Command and General Staff College Fort Leavenworth*.
- Ranti, B. (2008). Identification of Information System/Information Technology Business Values with Hermeneutic Approach: Case in Indonesia. *Disertasi. Universitas Indonesia*.
- Rizkiyah, K. (2021). Analisis Manfaat Investasi Integrated Collection System (ICS) pada Penyelenggaraan Survei dan Sensus: Studi Kasus Badan Pusat Statistik. *Karya Akhir. Universitas Indonesia*.
- Russel, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson.
- Samuel, D. (2014). Kajian Literatur Keterkaitan Tabel Manfaat Bisnis SI/TI Generik dengan Manajemen Risiko menggunakan COSO Enterprise Risk Management Framework. *Karya Akhir. Universitas Indonesia*.
- Klaus, S. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Sekaran, U. (2016). *Research Methods For Business: A Skill Building Approach*. Wiley.

Sotnik, S., Deineko, Z., & Lyashenko, V. (2022). Key Directions for Development of Modern Expert System. *International Journal of Engineering and Information System (IJEAIS)*, 6(5), 4-10.

Wijaya, F. (2022). Evaluasi dan Analisis Manfaat Bisnis Manajemen Aset TI pada Infrastruktur TI Aplikasi Cardlink: Studi Kasus PT Bank BNI. *Karya Akhir. Universitas Indonesia*.

Zelfia, H. (2022). Kajian Kebutuhan Implementasi End-to-End Credit Process dalam Transformasi Digital Menuju Industri 4.0 Studi Kasus: PT Bank Negara Indonesia. *Karya Akhir. Universitas Indonesia*.

Ranti, B. (2006). A Review of Information Technology Investment Evaluation Methodologies: The Need for Appropriate Evaluation Methods. *ICT Journal the Indonesian ICT Institute*, 1(2).

Copyright holder:

Yusrizal Erwansyah, Benny Ranti, Widijanto Satyo Nugroho (2023)

First publication right:

[Syntax Idea](#)

This article is licensed under:

