POLITEKNIK NEGERI BALI

matrix

JURNAL MANAJEMEN TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

Vol. 10 No. 1 | Hal. 1-42 | Maret 2020 | ISSN 2580-5630

Editors

Editor-in-chief :

I Wayan Suasnawa, ST,MT (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Editorial Boards :

Erfan Rohadi, PhD (Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang).

Dr. I Ketut Swardika, ST, MSi (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD (Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali).

Ir. I Wayan Wiraga, MT (Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali).

I Nyoman Kusuma Wardana, ST, MSc (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Ni Wayan Wisswani, ST, MT (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Elvira Septevany, SS, MLi (Pariwisata, Politeknik Negeri Bali).

Language Editors :

Gusti Nyoman Ayu Sukerti, SS, MHum (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Ni Nyoman Yuliantini, SPd, MPd (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Reviewers

Dr. Eng. Handri Santoso (Information Technology Department, Institut Sains dan Teknologi Pradita).

Dr. Catur Apriono (Electrical Engineering Department, Universitas Indonesia).

Dr. Eng. Cahya Rahmad (Information Technology Department, Politeknik Negeri Malang).

Dr. Budhy Setiawan (Electronics Engineering Department, Politeknik Negeri Malang).

Dr. Muhammad Syahid (Teknik Mesin, Universitas Hasanuddin).

Dr. Nasrul Ilminnafik (Mechanical Engineering Department, Universitas Jember).

Dr. Sri Ratna Sulistiyanti (Electrical Engineering Department, Universitas Lampung).

Dr. Mohammad Noor Hidayat (Electrical and Electronics Engineering Department, Politeknik Negeri Malang).

Dr. Noor Cholis Basjaruddin (Electrical Department, Politeknik Negeri Bandung).

Dr. F. Yudi Limpraptono (Electrical Engineering Department, Institut Teknologi Nasional).

Dr. I Made Wiwit Kastawan (Energy Conversion Engineering Department, Politeknik Negeri Bandung).

Dr. F. X. Arinto Setyawan (Electrical Engineering Department, Universitas Lampung).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya Jurnal Matrix Volume 10, Nomor 1, Tahun 2020. Adapun artikel ilmiah yang dipublikasikan pada edisi ini ditulis oleh peneliti dari Universitas Komputer Indonesia, Universitas Lampung, Politeknik Negeri Bali, Politeknik Negeri Bandung dan Universitas Udayana. Di bidang manajemen teknologi ditampilkan artikel ilmiah mengenai Energy Yield of a 1.3 kWp Grid-Connected Photovoltaic System Design: Case for a Small House in Bali. Di bidang manajemen informatika ditampilkan artikel ilmiah mengenai Rancang Bangun Aplikasi Chatbot Media Informasi Parenting Pola Asuh Anak Menggunakan Line, Business Intelligence Dashboard (BID) Pada Usaha Mikro Bidang Retail Studi Kasus CV Duta Square Bandar Lampung serta artikel ilmiah mengenai Pengembangan Prototipe Aplikasi Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000. Di bidang Teknik elektro ditampilkan artikel ilmiah mengenai Desain Program Simulasi Unjuk Kerja Kode Walsh Pada Kanal Multipath Fading dan Desain Program Simulasi Unjuk Kerja Kode Pn Pada Kanal Multipath Fading.

Akhir kata, kami menyampaikan terima kasih kepada para reviewer dari Institut Sains dan Teknologi Pradita, Universitas Indonesia, Politeknik Negeri Malang, Universitas Hasanuddin, Universitas Jember, Universitas Lampung, Politeknik Negeri Bandung dan Institut Teknologi Nasional atas usaha dan kerja keras dalam melakukan kajian dan penyempurnaan terhadap artikel-artikel pada edisi ini. Besar harapan kami agar karya dari para penulis pada edisi ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti di bidang manajemen teknologi dan informasi.

Politeknik Negeri Bali, 31 Maret 2020

Editor-in-chief Jurnal Matrix

I Wayan Suasnawa, ST.,MT.

ISSN: 2580-5630

Daftar Isi

Ramadhan Wijanarko, Irawan Afrianto
Rancang Bangun Aplikasi Chatbot Media Informasi Parenting Pola Asuh Anak Menggunakan Line 1-10

Astria Hijriani, Elin Aprilliana, Rd Irwan Adi Pribadi, Dwi Sakethi
Business Intelligence Dashboard (BID) Pada Usaha Mikro Bidang Retail Studi Kasus CV Duta Square Bandar Lampung 11-18

Nyoman Sugiartha
Energy Yield of a 1.3 kWp Grid-Connected Photovoltaic System Design: Case for a Small House in Bali 19-25

Irwan Setiawan
Pengembangan Prototipe Aplikasi Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 26-33

Made Arya Putra Kusuma, Nyoman Pramaita, I Made Oka Widyantara, I Gusti Agung Komang Diafari Djuni Harta
Desain Program Simulasi Unjuk Kerja Kode Walsh Pada Kanal Multipath Fading 34-37

Putra Yudhanata Pratama, Nyoman Pramaita, Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti, I Gusti Agung Komang Diafari Djuni Harta
Desain Program Simulasi Unjuk Kerja Kode Pn Pada Kanal Multipath Fading 38-42

Rancang Bangun Aplikasi Chatbot Media Informasi Parenting Pola Asuh Anak Menggunakan LINE

Ramadhan Wijanarko, **Irawan Afrianto**
Teknik Informatika, Universitas Komputer Indonesia
ramadhanwijanarko23@gmail.com

Abstrak: Angka kasus kekerasan terhadap anak yang terjadi di Cirebon pada tahun 2017 mencapai jumlah 41 kasus dan meningkat menjadi 58 kasus pada tahun berikutnya. Salah satu faktor penyebab kekerasan pada anak yaitu kesalahan pola asuh dari orang tua. Karena meningkatnya jumlah kekerasan pada anak tersebut, dinas pemberdayaan perempuan dan perlindungan anak membuat suatu program kerja yaitu memberikan pembelajaran *parenting* kepada setiap orang tua yang berada di Cirebon. Namun terdapat kendala dalam proses pelaksanaan programnya yaitu kurangnya waktu penyuluhan kepada masyarakat sehingga penyampaian informasi menjadi kurang efesien. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah media informasi yang berguna untuk membantu pihak dinas dalam menyampaikan informasi kepada masyarakat secara lebih responsif. Penelitian ini mengangkat penggunaan *ChatBot* dengan memanfaatkan media sosial berupa LINE Atau LINE *ChatBot* melalui metode pendekatan *Natural Language Processing* (NLP) dan algoritma MMR. Berdasarkan hasil pengujian *alpha* dengan memasukkan sebanyak 20 pertanyaan pada sistem *bot*, diperoleh nilai akurasi sebesar 72%. Sementara itu, pengujian beta berupa penggunaan kuesioner yang diberikan kepada 19 orang tua di Kelurahan Kecapi menunjukkan hasil yaitu jawaban pada setiap pertanyaan yang diberikan memiliki rata-rata persentase 66,31% pada kategori ‘cukup setuju’.

Kata kunci: *Chatbot, LINE, pola asuh, NLP, Algoritma MMR*

Abstract: *There were 41 child abuse cases occurred in Cirebon City in 2017 and increased to 58 cases on the following year. One of the factors causing child abuse is improper parenting style. Because of the increasing number of violence against children, the women's empowerment and child protection service has created a policy which provides parenting guides to every parents in the city of Cirebon. However, in carrying out the program an obstacle regarding the lack of counseling time to the community arises so the delivery of information becomes less efficient. Therefore, there is a need to build a beneficial media to assist the government to convey an information to public with better responsive effect. This study focuses on building a chatbot by utilizing social media in the form of LINE or LINE chatbot using the NLP approach and MMR algorithm. Alpha testing which is done by inserting 20 questions to the bot system shows 0,75% of accuracy. Meanwhile, the results of the beta test in the form of a questionnaire given to 19 parents in the village of Kalijaga Cirebon, shows the average of each question is 66,31% on the category of agreeing.*

Keywords: *Chatbot, LINE, Parenting, NLP, MMR Algorithm*

I. PENDAHULUAN

Dinas Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak merupakan sebuah lembaga pemerintahan yang berfungsi menangani hak perempuan dan perlindungan anak [1]. Salah satu tugas dari dinas pemberdayaan perempuan dan perlindungan anak ini yaitu mengurangi jumlah kekerasan terhadap anak [2].

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak dinas pemberdayaan perempuan dan perlindungan anak Cirebon, diperoleh data bahwa tingkat kekerasan anak di Cirebon pada tahun 2017 berjumlah 41 kasus dan pada tahun 2018 meningkat menjadi 58 kasus. Dengan meningkatnya jumlah kekerasan terhadap anak di Cirebon, dinas pemberdayaan perempuan dan perlindungan anak menjalankan salah satu program kerja yaitu menyampaikan informasi atau penyuluhan di bidang *parenting* mencakup pola asuh anak terutama bagi orang tua yang baru memiliki anak di setiap kelurahan. Namun, terdapat beberapa masalah yang muncul terkait pelaksanaan program tersebut, diantaranya adalah kegiatan penyuluhan yang dilakukan hanya satu kali dalam sebulan di setiap kelurahan sehingga proses penyampaian informasi menjadi kurang efektif.

Seiring dengan perkembangan teknologi, banyak aplikasi yang dibuat untuk mempermudah proses pencarian suatu materi ataupun informasi. Salah satu teknologi yang saat ini banyak diaplikasikan sebagai media pencarian informasi yaitu teknologi *chatbot*. Teknologi *chatbot* merupakan sebuah sistem yang dapat membalas pesan yang dikirim oleh pengguna. *Chat* adalah komunikasi yang dilakukan melalui media tulisan ataupun pesan, sedangkan *bot* merupakan sebuah program yang memiliki pengetahuan yang dapat menghasilkan respon sesuai dengan masukan atau pesan yang diberikan [3]. Pemanfaatan *chatbot* pada saat ini telah dilengkapi

Copyright @ Matrix 2020

dengan informasi audio, yang membuat para pengguna merasa lebih mudah dalam mendapatkan informasi dari database, informasi akan tersampaikan kepada pengguna secara cepat [4].

Metode yang digunakan dalam pembangunan sebuah aplikasi *chatbot* yaitu metode *Natural Language Processing* atau disingkat (NLP). NLP merupakan ilmu *artificial intelligence* (AI) yang membahas pengolahan bahasa alami. Bahasa alami sendiri adalah suatu bahasa yang digunakan oleh manusia untuk berkomunikasi satu dengan yang lainnya. Bahasa yang diterima oleh komputer harus diproses dan dipahami terebih dahulu agar maksud dari pengguna dapat dimengerti oleh komputer dengan baik [5]. Pemilihan metode NLP dilakukan karena NLP merupakan kecerdasan buatan dan bidang kajiannya bersinggungan dengan linguistik komputasional [6].

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka dirumuskan sebuah solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan efektifitas penyampaian informasi di bidang *parenting* terutama mengenai pola asuh anak. Solusi tersebut adalah penggunaan sebuah aplikasi berupa *chatbot* melalui media sosial LINE yang dapat diakses kapan pun. Pemilihan penggunaan aplikasi LINE didasari oleh hasil kuesioner yang menyatakan bahwa aplikasi LINE digunakan oleh mayoritas masyarakat di Kelurahan Kecapi.

II. LANDASAN TEORI

A. *Parenting*

Parenting merupakan ilmu yang mempelajari mengenai pengasuhan anak. Pengasuhan merupakan aspek terpenting dalam membentuk kepribadian diri seorang anak. Orang tua tentu memerlukan pengetahuan dan ketrampilan pengasuhan yang meliputi memahami cara merawat anak dan mengembangkan kemampuan yang dimiliki seorang anak. Pengasuhan termasuk memahami berbagai pendekatan yang tepat untuk memahami kebutuhan fisik dan biologis dan sosio emosional dan kognitif anak ketika mereka sedang berkembang [7].

B. LINE

LINE merupakan sebuah platform media sosial yang saat ini banyak digunakan sebagai sarana komunikasi oleh kalangan anak muda di era milineal. Sejak pertama kali hadir di Indonesia pada tahun 2013, terdapat lebih dari 90 juta warga Indonesia yang menjadi pengguna layanan *chatting* yang berasal dari negara Jepang tersebut. LINE merupakan sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk mengirim sebuah pesan baik berupa pesan teks, gambar, vidio, serta file lainnya. Aplikasi LINE juga dapat digolongkan sebagai aplikasi media sosial karena dapat berbagi lokasi dan status. Selain itu, aplikasi LINE juga menyediakan sebuah *software development kit* yang berguna untuk pengembangan aplikasi terutama pada *line chatbot* [8].

C. *LINE Messaging API*

LINE Messaging API adalah sebuah API yang dikembangkan untuk membangun aplikasi *bot* pada *platform* LINE. API ini dapat bekerja dengan cara menerima dan mengirimkan data antara *server bot* dengan server pada *platform* LINE. Saat pengguna mengirimkan pesan kepada *bot*, kemudian *bot* akan memeriksa alamat *server* atau *webhook* yang diterima dari pengguna dan kemudian *bot* meneruskan balasan terhadap pengirim pesan. Pengiriman pesan dan penerimaan pesan dilakukan melalui protokol yang biasa disebut HTTPS dalam data berbentuk JSON [9].

D. *Teknologi Informasi*

Teknologi informasi merupakan sebuah teknologi yang berguna untuk mengelola pesan atau data, pemrosesan, menyimpan, memanipulasi data dan berbagai cara untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dan berkualitas [10].

E. *Chatbot*

Chatbot merupakan sebuah sistem yang menggunakan bahasa alami. *Chatbot* merupakan sistem yang dikembangkan dari pembuatan simulator percakapan antara mesin dengan manusia sebagai pengguna. Percakapan yang terjalin antara mesin dan manusia ini memang masih jauh dari percakapan normal antar manusia [11].

Chatbot memiliki kemampuan untuk meniru percakapan manusia. Terdapat dua jenis aplikasi *chatbot* yang berbeda antara lain yang pertama *chatbot* berbasis *website* dan yang kedua yaitu *chatbot* mandiri yang dapat diakses melalui komputer [12].

F. *Natural Language Processing (NLP)*

Natural Language Processing (NLP) adalah sebuah penelitian dan aplikasi yang mengkaji komputer yang berguna untuk menerjemahkan dan memanipulasi bahasa alami yang berupa teks maupun pesan dalam hal – hal yang berguna. Sistem NLP yang mengelola teks di mulai dengan analisis morfologi. Pengelolaan leksikal dan pengelolaan sintaksis yang menggunakan kamus dalam menentukan karakter dari kata – kata, frasa maupun penguraian kalimat [5].

G. *Algoritma MMR*

Maximum Marginal Relevance (MMR) adalah sebuah algoritma yang berguna untuk melakukan pencocokan kata ataupun peringkasan kalimat. Metode ini ditemukan pertama kali oleh Cabonell dan Goldstein pada tahun 1998. Algoritma MMR ini digunakan dalam memilih kalimat yang sesuai dengan mempertimbangkan aspek relevansi kalimat dengan *query* yang berada di *database* dan keterbaruan informasi, seperti dinyatakan pada persamaan [13].

$$MMR = \arg max\left[\lambda * Sim_1{}^{(D_i,Q)} - (1-\lambda) * Sim_2{}^{(D_i,D)}\right] \quad (1)$$

dimana :
λ = koefisiensi nilai penekan kalimat relevan
Sim_1 dan Sim_2 = matrix kesamaan kalimat
Q = query

H. MySQL

MySQL merupakan sebuah perangkat lunak sistem dalam melakukan pengelolaan informasi atau data manajemen basis data SQL. DBMS atau *database management system* yang *multhithread*, *multi-user* dan sudah digunakan sekitar 6 juta instalasi di seluruh dunia [14].

I. Webhook

Webhook merupakan sebuah konsep API atau biasa disebut juga *webcallback*, HTTP push API, atau *reverse* API. Metode *webhook* melakukan *callback* secara terus-menerus dari LINE menuju ke *server webhooks* yang sudah dibuat oleh pengguna. Server *webhooks* diberikan *script* untuk menjalankan beberapa perintah-perintah yang akan diproses nantinya [15].

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian berikut adalah metode-metode yang digunakan dalam mengumpulkan data dan melakukan analisis.

A. Metode Pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wawancara yang dilakukan terhadap pihak dinas sosial pemberdayaan perempuan dan perlindungan anak.
2. Studi literatur yang dilakukan dengan penelusuran referensi berupa jurnal dan buku.
3. Kuesioner yang ditujukan kepada masyarakat Kelurahan Kecapi untuk mengetahui tingkat kebutuhan masyarakat terkait sistem pembelajaran pola asuh anak menggunakan *chatbot*.
4. Observasi yang dilakukan dengan mengunjungi dinas sosial dan mengikuti kegiatan penyuluhan kepada masyarakat.

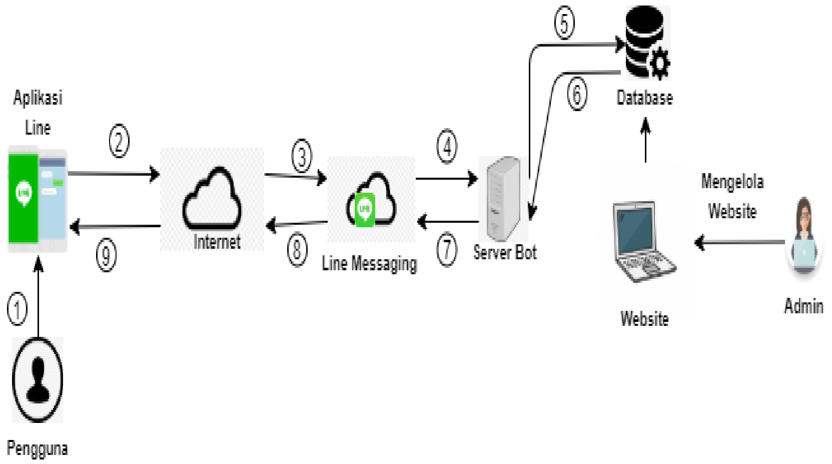
B. Analisis dan Perancangan

1. Analisis Deskripsi Aplikasi

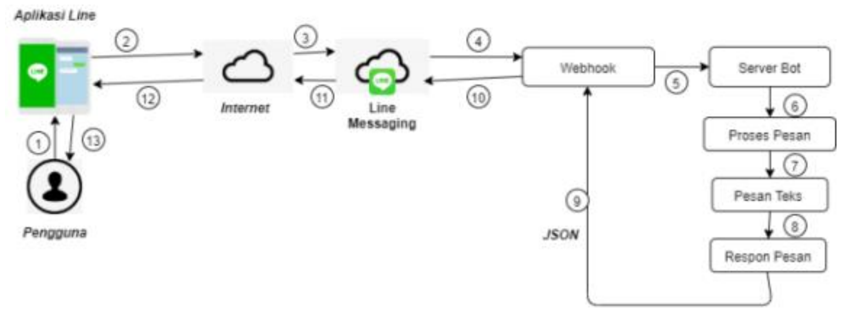
Aplikasi yang akan dibangun adalah *chatbot* dimana pengguna dapat melakukan pencarian informasi dengan mudah baik menggunakan menu maupun cara pengetikan pesan berupa pertanyaan. Adapun cara kerja aplikasi yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1.

2. Analisis Arsitektur Aplikasi

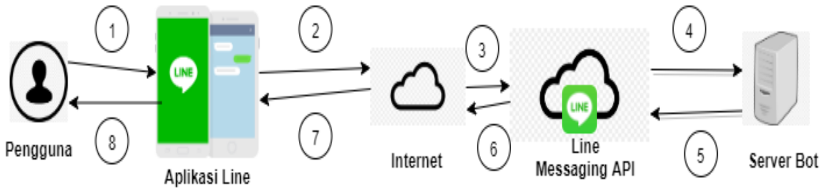
Aplikasi terdiri dari dua bagian utama yakni *server bot* dan aplikasi pihak ketiga (*LINE Messaging API*). *Server bot* digunakan untuk menangani permintaan pengguna yang dikirimkan melalui aplikasi pihak ketiga yaitu *LINE messaging API*. Pengguna akan mengirimkan permintaan baik melalui menu maupun penulisan teks atau petanyaan pada aplikasi LINE. Selanjutnya, permintaan akan dikirimkan melalui *LINE messaging API* untuk kemudian diteruskan ke *server bot* dan kemudian diterima oleh *CodeIgniter* melalui *Webhook* yang sebelumnya sudah diterapkan pada *LINE Developer*. Alur proses ini dapat dilihat pada Gambar 2. *LINE Messaging API* digunakan untuk menghubungkan pihak pengguna melalui aplikasi LINE. Alur LINE *Messaging* dapat dilihat pada Gambar 3**.**



Gambar 1. Analisis deskripsi aplikasi.



Gambar 2. Alur *server bot*.



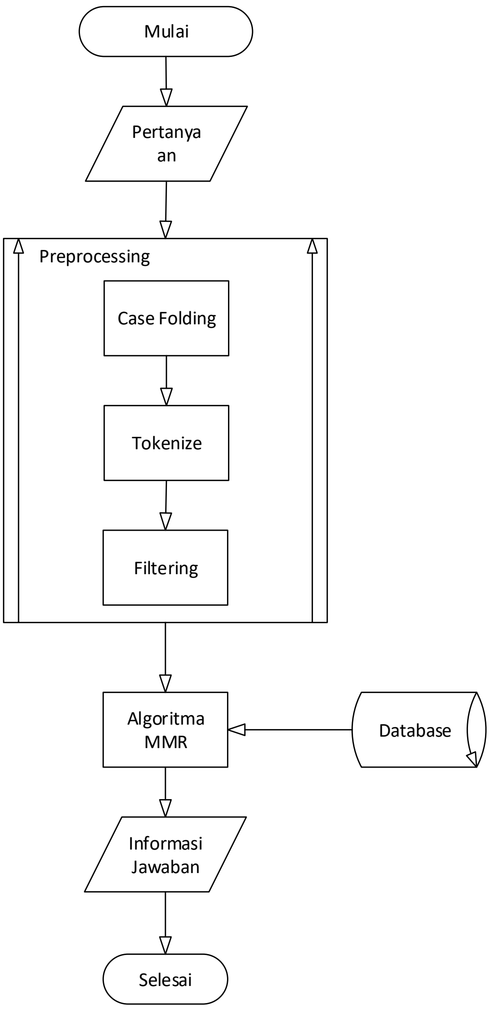
Gambar 3. Alur LINE Messaging.

3. Analisis Library NLP Tools

Secara garis besar, terdapat beberapa proses di tahap penalaran pada *Chatbot* menggunakan pendekatan NLP. Setiap proses memiliki peranan masing-masing dalam mengenali kata. *Flowchart NLP Tools* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.

Proses pada pendekatan NLP dapat dijelaskan sebagai berikut :

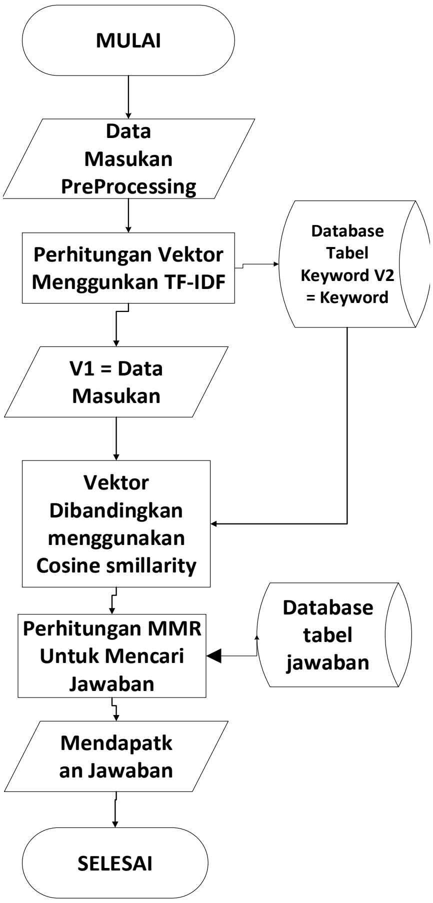
- Proses NLP Tool pada Gambar 4 dimulai dengan pengguna menginputkan informasi atau pertanyaan ke dalam aplikasi yang sudah disediakan.
- Kemudian, pertanyaan tersebut melalui proses *preprocessing*. Di dalam proses *preprocessing* terdapat 3 sub proses antara lain:
  a) *Case Folding* yang berguna untuk menyeragamkan kata menjadi huruf kecil.
  b) *Tokenizing* berguna untuk memecah data masukan yang berupa pertanyaan menjadi per kata.
  c) *Filtering* berguna untuk menghilangkan kata hubung seperti “di”, “yang”, dan lain sebagainya.
- Setelah melalui *preprocessing* hasil *preprocessing* akan diolah oleh algoritma *Maximum Marginal Relevance* (MMR) untuk dicari hasilnya berdasarkan dari seluruh jawaban yang ada pada *database*.
- Kemudian hasil yang tingkat kemiripannya terdekat akan diambil dan ditampilkan ke layar *bot* agar pengguna mendapatkan jawaban yang dicari.



Gambar 4. Flowchart NLP Tool.

4. Analisis Algoritma MMR

Algoritma *Maximum Marginal Relevance* (MMR) digunakan untuk menyesuaikan data masukan dalam bentuk pertanyaan dengan *query* berupa *keyword* yang bertujuan untuk memperoleh jawaban dari *database*. Jawaban kemudian akan ditampilkan di halaman pengguna. Terdapat beberapa proses pencarian jawaban dalam algoritma MMR. *Flowchart* alur algoritma MMR dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart alur algoritma MMR

Proses pencarian jawaban dalam algoritma MMR depat dijelaskan sebagai berikut :

- Data masukan yang merupakan pertanyaan dari pengguna yang sudah melalui proses *preprocessing*.
- Kemudian vector data masukan dihitung menggunakan rumus TF-IDF. Selain data masukan yang dicari Vektornya, terdapat juga data *keyword* yang terdapat pada *database* materi yang sama dicari vektornya menggunakan TF-IDF untuk nantinya dibandingkan kemiripannya.

Contoh :

V1 (data masukan) = ”cara melatih anak kemandirian” menjadi vektor (0,1,0,2,0) vektor ini yang nantinya akan dibandingkan dengan V2 yaitu *keyword* pada *database*.

- Setelah didapatkan vektor 1 dan vektor 2, kemudian kedua vektor akan dibandingkan kemiripannya menggunakan rumus *cosine simillarity*.

A = Vektor 1
= Data masukan berupa pertanyaan

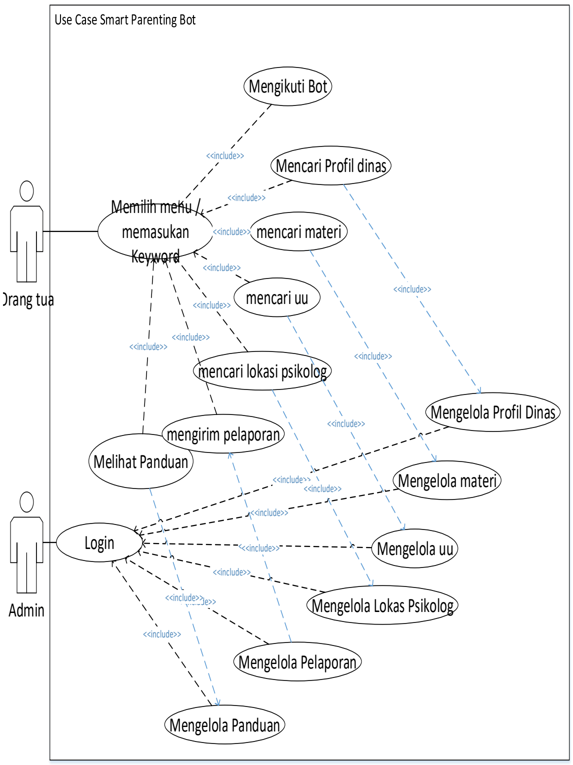
B = Vektor 2
= Data *keyword* yang ada pada *database*

Rumus tersebut akan menghasilkan angka mendekati 1 jika kedua vektor memiliki kemiripan namun akan mendekati -1 jika vektor tidak memiliki kemiripan.

- Hasil vektor yang diperoleh dari perbandingan *cosine similarity* kemudian diproses menggunakan rumus MMR untuk mencari jawaban pada *database* sesuai dengan *keyword* yang memiliki kemiripan yang tinggi.
- Setelah proses perhitungan MMR, *keyword* yang memiliki kemiripan dengan pertanyaan akan ditampilkan kepada pengguna.

5. Perancangan Use Case Diagram

Use Case Diagram menggambarkan keterhubungan pengguna dengan sistem. Pada penelitian ini, digunakan *Use Case Smart Parenting Bot* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Use case diagram.*

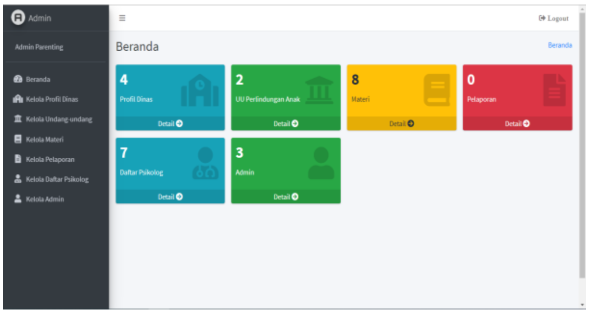
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Hasil perancangan yang telah dibangun akan menghasilkan sebuah aplikasi *chatbot* dengan nama smart *parenting* dengan berbagai menu yang dapat diakses pengguna. Tampilan LINE atau *frontend* dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Tampilan *frontend LINE*

Selanjutnya, terdapat bagian *backend* yang digunakan untuk menginputkan informasi dan materi oleh admin dengan melalui web. Tampilan *backend website* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan *backend website*

B. Pengujian Beta

Pengujian beta dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang ditujukan kepada 19 orang tua pada saat penyuluhan di Kelurahan Kecapi. Responden merupakan orang tua yang telah menggunakan *Chatbot Smart Parenting*. Kuesioner yang diberikan terdiri atas 4 pertanyaan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun telah sesuai dengan tujuan atau tidak. Hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1.

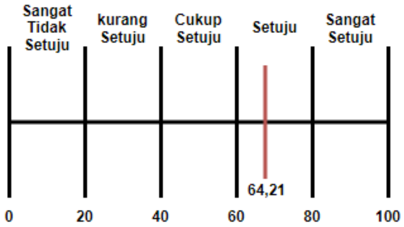
Tabel 1. Hasil kuesioner

No	Pertanyaan	Penilaian				
		TS	KS	CS	S	SS
1.	Setelah menggunakan *chatbot* ini, apaka dapat membantu memberikan informasi mengenai materi *parenting*?	0	5	10	4	0
2.	Setelah menggunakan *chatbot* ini, apakah *chatbot* ini mempermudah dalam melakukan pelaporan?	0	0	15	4	0
3.	Informasi/jawaban yang diberikan *chatbot* sudah sesuai dengan yang ditanyakan?	1	8	10	0	0
4.	Apakah perlu pembaruan untuk menyempurnakan sistem?	0	0	0	7	12
	Total	1	13	35	15	12

Hasil persentase yang diperoleh dari jawaban pertanyaan pertama dapat dilihat pada Gambar 9.

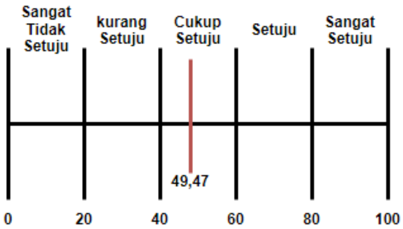
Gambar 9. Hasil persentase pertanyaan pertama.

Hasil persentase yang diperoleh dari jawaban pertanyaan kedua dapat dilihat pada Gambar 10.



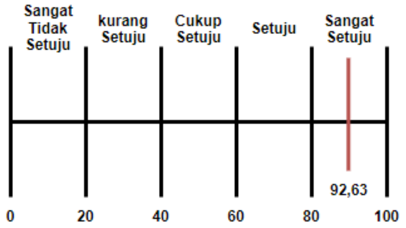
Gambar 10. Hasil persentase pertanyaan kedua.

Hasil persentase yang diperoleh dari jawaban pertanyaan ketiga dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil persentase pertanyaan ketiga.

Hasil persentase yang diperoleh dari jawaban pertanyaan keempat dengan 19 responden dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil persentase pertanyaan keempat.

Berdasarkan hasil persentase perhitungan pada proses pengujian beta kepada pengguna *Chatbot Smart Parenting* di Kelurahan Kecapi, maka dapat disimpulkan bahwa rancang bangun media informasi *parenting* menggunakan *chatbot* cukup sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

C. Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi *bot* dilaksanakan untuk mengetahui tingkat akurasi respons yang diberikan oleh *bot* pada saat pengguna melakukan pencarian menggunakan aplikasi *bot*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan pesan teks secara langsung dengan *bot*. *Dataset* pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 40 buah dan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian akurasi

Data Uji Pertanyaan				
No	**Pertanyaan**	**Kata Kunci**	**Jawaban**	**Kesimpulan**
1	Bagaimana mengajarkan anak kejujuran ?	Kejujuran	Membangun kejujuran anak dapat dilakukan dengan berbagai cara anatara lain dengan orang tua mengenalkan cerita kejujuran pada anak....	Sesuai
2	Anak mandiri	Mandiri	Melatih dan mengajarkan sikap mandiri anak dapat dilakukan dengan berbagai cara	Sesuai
3	Anak	-	Mohon tekan ulang materi dan masukkan pertanyaan lebih spesifik	Sesuai
4	Mandiri	Mandiri	Mohon tekan ulang materi dan masukkan pertanyaan lebih spesifik	Sesuai
5	Bagaimana mengajarkan anak mandiri?	Mandiri	Melatih dan mengajarkan sikap mandiri anak dapat dilakukan dengan berbagai cara.	Sesuai
6	Anak disiplin	Disiplin	Menerapkan sifat disiplin anak bisa melalui orang tua di rumah dengan cara memberikan jadwal kegiatan pada anak	Sesuai
7	Bagaimana menerapkan sifat disiplin anak?	Disiplin	Menerapkan sifat disiplin anak bisa melalui orang tua di rumah dengan cara memberikan jadwal kegiatan pada anak	Sesuai
8	Cara membuat anak mandiri dan disiplin?	Mandiri , disiplin	Melatih dan mengajarkan sikap mandiri anak dapat dilakukan dengan berbagai cara	Tidak sesuai
9	Bagaimana agar anak terbuka terhadap orang tua?	Terbuka	Cara membuat anak dapat terbuka kepada orang tua dengan cara memberikan ruang kepada anak untuk bercerita	Sesuai
10	Bagaimana memotivasi anak yang nakal namun pemalu?	Motivasi, pemalu	Cara memberikan motivasi belajar kepada anak dengan memberi dukungan atau semangat kepada anak saat belajar	Tidak sesuai
11	Bagaimana memberi motivasi belajar anak?	Motivasi	Cara memberikan motivasi belajar kepada anak dengan memberi dukungan atau semangat kepada anak saat belajar	Sesuai
12	Bagaimana	Hukuman	Cara	Sesuai

	cara menghukum anak yang baik?		menghukum anak yang baik yaitu dengan cara menghindari hal semacam mengancam anak atau melakukan tindakan fisik kepada anak	
13	Memberi hukuman	Hukuman	Mohon tekan ulang materi dan masukkan pertanyaan lebih spesifik	Tidak sesuai
14	Hukuman	Hukuman	Mohon tekan ulang materi dan masukkan pertanyaan lebih spesifik	Sesuai
15	Bagaimana cara memberikan nasihat kepada anak?	Nasihat	Cara memberikan nasehat kepada anak yaitu dengan cara yang mendidik, dengan cara berbicara halus kepada anak	Sesuai
16	Bagaimana mengajarkan anak terima kasih	Terima kasih	Tidak ada jawaban karena materi tidak ada	Sesuai
17	Cara membuat anak berani	Berani	Cara menghilang kan sifat anak pemalu yaitu dengan cara membangun rasa percaya diri anak	Tidak sesuai
18	Pemalu	Pemalu	Mohon tekan ulang menu dan masukkan pertanyaan yang lebih spesifik	Sesuai
19	Anak Pemalu	Pemalu	Cara menghilang kan sifat anak pemalu yaitu dengan cara membangun rasa percaya diri anak	Sesuai
20	Mandiri pemalu disiplin anak	Mandiri, pemalu, disiplin	Menerapkan sifat disiplin anak bisa melalui orang tua	Tidak sesuai
21	Bagaimana melatih bakat dan kreatifitas anak	Bakat, kreatif,	Bakat dan kreatifitas dapat diasah saat anak masih usia dini. Dengan cara mengarahkan hal sesuai dengan kesukaan anak	Sesuai
22	Bagaimana memberikan apresiasi kepada anak	Apresiasi, anak,	Mengapresia si anak tidak harus selalu dengan hadiah bisa dengan dukungan atau memberi semangat kepada anak	Sesuai
23	Bagaimana mengatasi anak yang selalu murung dalam menghadapi masalah	Murung, masalah, mengatasi	Dapat diatasi dengan melakukan pendekatan orang tua kepada anak dalam mencarikan jalan keluar dari masalahnya	Tidak sesuai
24	Bagaimana memberikan pemahaman kepada anak?	Pemaham an, anak	Memberikan pemahaman terhadap anak dapat dilakukan orang tua dengan pendekatan yang baik	Sesuai
25	Bagaimana mengajarkan anak pengertian	Pengertian	Memberikan pengertian kepada anak harus dengan pendekatan yang baik juga seperti memberikan pemahaman kepada anak	Sesuai
26	Apa saja pola asuh yang dapat di terapkan kepada anak?	Pola asuh	Terdapat 3 jenis pola asuh yaitu pola asuh permisif, otoriter dan autoritatif	Sesuai
27	Apakah pola asuh permisif itu?	Pola asuh, permisif	Pola asuh yang memberikan kebebasan terhadap anak dalam menyampai kan keinginannya	Sesuai
28	Apakah pola asuh otoriter itu?	Pola asuh, otoriter	Pola asuh ini menekankan menutup ruang diskusi anak.	Sesuai
29	Apakah pola asuh outoritatif itu?	Pola asuh, autoritatif	Pola asuh yang memberikan batasan yang tepat kepada anak	Sesuai
30	Apakah dampak dari	Dampak, pola asuh,	Suka memberon	Sesuai

	pola asuh permisif?	permisif	tak, suka mendominasi kurang memiliki rasa kepercayaan diri.	
31	Apakah dampak dari pola asuh otoriter	Dampak, pola asuh, otoriter	Tidak bisa memilih keputusan sendiri, takut salah, kurangnya motivasi internal	Sesuai
32	Apakah dampak dari pola asuh autoritatif	Dampak, pola asuh, autoritatif	Memiliki keterampilan sosial yang baik, lebih percaya diri, lebih kreatif	Sesuai
33	Apakah penyebab dari tantrum anak?	Penyebab, tantrum	Penyebab tantrum pada anak biasanya karena keinginan yang tidak terpenuhi	Sesuai
34	Bagaimana mengatasi anak yang tantrum?	Mengatasi , anak tantrum	Orang tua harus tetap tenang jangan mengikuti berteriak saat anak berteriak	Sesuai
35	Bagaimana mengajarkan anak berterima kasih?	Terima kasih	Dengan mencontoh kan kepada anak dengan tingkah laku kita sebagai orangtua	Tidak sesuai
36	Bagaimana mengajarkan anak meminta maaf	Meminta maaf	Dengan mengjarkan anak jika melakukan kesalahan maka diharuskan meminta maaf.	Tidak sesuai
37	Contoh mengajarkan anak mandiri?	Mengajar kan anak mandiri	Dengan memberikan tempat tidur sendiri, memakai sepatu sendiri, dan sebagainya.	Tidak sesuai
38	Bagaimana mengajarkan anak konsekuensi atas kesalahannya ?	Konsekue nsi	Dengan cara setiap anak melakukan kesalahan dan melawan komitmen maka selalu diberikan hukuman yang positif agar mengerti kesalahannya	Tidak sesuai
39	Bagaimana mengajarkan anak apresiasi?	Anak, apresiasi	Dengan cara mencontoh kan kepada sang anak setiap kali anak berbuat baik harus diberikan sebuah apresiasi dari orang tua.	Sesuai
40	Bagaimana kita mensupport anak?	Mensuppo rt, anak	Dengan cara mendukung semua kenginan sang anak yang sekiranya positif. Jika negatif, harus diberikan pengarahan agar sang anak mengerti	Tidak sesuai

Di antara 40 pertanyaan yang diajukan dalam proses pengujian ini, terdapat 29 pertanyaan yang berhasil dijawab sesuai dengan maksud pertanyaan yang diberikan (hasil yang diharapkan diberikan oleh *bot* pada hasil pencarian). Nilai akurasi diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ jawaban\ sesuai}{Jumlah\ pertanyaan}\ x\ 100\% \qquad (2)$$

$$Akurasi = \frac{29}{40}\ x\ 100\% = 72{,}5\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai akurasi sebesar 72,5 %.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan terkait aplikasi *chatbot parenting* ini, maka dapat disimpulkan dua hal sebagai berikut :

1. Aplikasi *chatbot* ini dapat memberikan informasi mengenai *parenting* terutama pola asuh anak.
2. *Chatbot* ini dapat memudahkan proses pelaporan kekerasan terhadap anak.

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai masukan bagi pengembangan aplikasi *chatbot* ini sehingga dapat dimanfaatkan lebih optimal adalah sebagai berikut:

1. Desain antarmuka dari aplikasi ini perlu dikembangkan agar menjadi lebih interaktif dan memiliki tampilan yang menarik.
2. Fitur-fitur yang disediakan dapat ditingkatkan terutama yang berkaitan dengan penyampaian informasi *parenting.*
3. Metode dan algoritma dapat di kembangkan agar aplikasi ini berjalan lebih baik dan memberikan manfaat lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Mahlil, “Peran Dinas Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak Kota Banda Aceh dalam mengurangi kasus kekerasan terhadap anakakibat film porno dan narkoba,” *Jurnal Al-Bayan*, vol. 24, no. 2, pp. 243 - 255, 2018.

[2] Q. E. Saputra, *Peran Perlindungan Anak Terpadu Berbasis Masyarakat (PATBM) Bandar Lampung Terhadap Anak Korban Kekerasan*. Bandar Lampung: Universitas Lampung, 2018.

[3] I N. S. Paliwahet, “Pencarian Informasi Wisata Daerah Bali Menggunakan Teknologi Chatbot,” *Lontar Komputer*, vol. 8, no. 3, pp. 144 - 153, 2017.

[4] Maskur, “Perancangan *Chatbot* Pusat Informasi Mahasiswa Menggunakan AIML Sebagai Virtual Assistant Berbasis Web,” *Kinetik*, vol. 1, no. 3, pp. 123 - 128, 2016.

[5] A. L. Maitri and J. Sutopo, *Rancang Bangun Chatbot Sebagai Pusat Informasi Lembaga Kursus dan Pelatihan Menggunakan Pendekatan Natural Language Processing*, Yogjakarta: Universitas Teknologi Yogjakarta, 2017.

[6] K. A. Herwin, “Super Agent *Chatbot* “3S” Sebagai Media Informasi Menggunakan Metoda natural Language Processing (NLP),” *Jurnal Teknologi dan Open Source*, vol. 2, no. 1, pp. 53-64, 2019.

[7] M. S. Erlanti, N. Mulyana, and H. Wibowo, “Teknik Parenting dan Pengasuhan Anak Studi Deskriptif Penerapan Teknik Parenting di Rumah Yayasan Cahaya Insan Pratama Bandung,” *Jurnal Riset & PKM*, vol 3, no. 2, pp. 155 - 291, 2016.

[8] S. Al-Fakhri et al, “Aplikasi *Chatbot* Informasi Kampus Polban Menggunakan Aplikasi Line Messsenger,” *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, pp. 302 – 313, 2019.

[9] Ananda Dwi R, F. Imamah, Y. M. Andre S, and Ardiansyah, “Aplikaisi *Chatbot* (Milki Bot) Yang Terintegrasi Dengan We CMS untu Customer Service pada UKM Minsu,” *Jurnal Cendikia*, vol. xvi, pp. 100 - 106, 2018.

[10] I. Afrianto, “Usulan Peta Strategi Teknologi Informasi Menggunakan Pendekatan Balanced ScoreCard (Studi Kasus Kantor Direksi PT.X),” *Majalah Ilmiah UNIKOM*, vol.9, no. 1, pp. 87-98, 2011.

[11] E. Nila S. C. P and I. Afrianto, “Rancang Bangun Aplikasi Chatbot Informasi Objek Wisata Kota Bandung Dengan Pendekatan Natural Language Processing,” *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, vol. 4, no. 1, pp. 49-54, 2015.

[12] I. Afrianto, M. F. Irfan, and S. Atin, “Aplikasi *Chatbot* Speak English Sebagai Media Pembelajaran Bahasa Inggris Berbasis Android,” *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 99-109, 2019.

[13] N. F. Saraswati, Indriati, and R S. Perdana, “Peringkasan Teks Otomatis Menggunakan Metode Maximum Marginal Relevance Pada Hasil Pencarian Sistem Tamu Kembali Informasi Untuk Artikel Berbahasa Indonesia,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 11, pp. 5494-5502 , 2018.

[14] A Solichin, *Pemrograman Web dengan PHP dan MYSQL*. Jakarta: Universitas Budi Luhur, 2018.

[15] N Asep Prayoga and Nurjayadi, “Permainan Tebak Gambar Pengenalan Adat Istiadat Riau pada Aplikasi Line dengan Metode Webhooks,” *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 6, no. 2, pp. 161-167, 2018.

Implementasi Business Intelligence Dashboard (BID) dengan Metode ADDIE pada Usaha Mikro Bidang Retail Studi Kasus CV Duta Square Bandar Lampung

Astria Hijriani, Elin Aprilliana, Rd Irwan Adi Pribadi, Dwi Sakethi
Jurusan Ilmu Komputer FMIPA, Universitas Lampung
astria.hijriani@fmipa.unila.ac.id

Abstrak: Sebuah perusahaan membutuhkan strategi yang dapat membantu dalam mengambil sebuah keputusan. Strategi yang digunakan dalam pengambilan keputusan akan mempermudah dalam proses analisis, implementasi, dan pengembangan bisnis agar bisnis menjadi lebih efektif. Konsep pemanfaatan teknologi sebagai sarana pengambilan keputusan dengan mengintegrasikan dan menganalisa data untuk diubah menjadi suatu pengetahuan dan pemahaman biasa disebut dengan dashboard intelijen bisnis. Dalam penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode ADDIE, dimana tahapan dari metode ADDIE diantaranya analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Penelitian ini mengembangkan dashboard intelijen bisnis pada usaha mikro bidang ritel CV. Duta Square yang berlokasi di Bandar Lampung. Tahapan yang dilakukan dimulai dengan analisis proses bisnis di CV. Duta Square, mendefinisikan permasalahan dan solusinya, desain dashboard, pengembangan sistem, implementasi dan evaluasi. Hasil dari penelitian adalah sistem yang telah diuji oleh pemilik usaha yang dapat menampilkan informasi bentuk dashboard diantaranya bar chart tingkat kualitas supplier, line chart data penjualan, barang yang diminati maupun kurang diminati pelanggan, serta transaksi pelanggan, baik member maupun non-member.

Kata kunci: *ADDIE, Bisnis Intelijen Dashboard (BID), usaha mikro*

Abstract: *A company needs a strategy that can help in making a decision. The strategy used in decision making will facilitate the process of analysis, implementation, and business development so that the business becomes more effective. The concept of utilizing technology as a means of decision making by integrating and analyzing data to be transformed into knowledge and understanding is commonly called the business intelligence dashboard. In this study the method used is the ADDIE method, where the stages of the ADDIE method include analysis, design, development, implementation, and evaluation. This research will discuss the business intelligence dashboard on the micro business in the retail field CV. Duta Square, located in Bandar Lampung. The steps taken begin with analysis of business processes in the CV. Duata Square, defining problems and solutions, dashboard design,system development, implementation and evaluation. The results of this study are the system that have been tested by business owners that can display dashboard information including supplier quality bar charts, sales data line charts, items of interest or lack of customer interest, customers transactions, both members and non-members.*

Keywords: *ADDIE, Business Intelligence Dashboard (BID), micro business*

I. PENDAHULUAN

Usaha merupakan suatu unit ekonomi yang melakukan aktivitas dengan tujuan menghasilkan barang atau jasa untuk dijual ataupun ditukar dengan barang lain. Ada seseorang atau lebih yang bertanggung jawab dan punya kewenangan untuk mengelola usaha tersebut. Kewenangan yang dimaksud meliputi kewenangan di bidang kepegawaian, pemasaran, keuangan, dan lain sebagainya [1].

Menurut [2] perekonomian di Indonesia harus lebih meningkatkan daya saing dengan melakukan inovasi. Keunggulan bersaing berbasis inovasi dan kreativitas harus lebih diutamakan karena mempunyai daya tahan dan jangka waktu lebih panjang. Oleh karena itu perlu ada insentif bagi pencipta produksi sehingga mereka tetap terdorong melakukan inovasi dan kreativitas secara terus menerus. Sedangkan menurut [3] banyaknya wirausaha di Indonesia memberikan dampak yang sangat baik untuk kemajuan suatu negara dan dapat meningkatkan kualitas hidup setiap individu.

CV. Duta Square merupakan perusahaan yang bergerak dalam penjualan pakaian muslim. CV. Duta Square juga menyediakan berbagai alat, sandang, dan kebutuhan sehari-hari. CV. Duta Square memiliki 2 cabang, yang pertama di Jalan Teuku Umar dan yang kedua di Simpur Center.

CV. Duta Square telah memiliki dua modul sistem untuk layanan keluar masuk barang dalam bentuk sistem Supplier Relationship Management (SRM) dan Point of Sales (POS). POS mencatat semua transaksi penjualan yang terjadi dan SRM mencatat semua transaksi pembelian yang dilakukan. Tetapi kedua sistem tersebut hanya menampilkan data penjualan dan data pembelian saja. Data tersebut belum diolah dan dikembangkan. Untuk menangani masalah yang dimiliki CV. Duta Square, maka dikembangkan sistem Business Intelligence Dashboard (BID).

Copyright @ Matrix 2020

Business intelligence (BI) merupakan salah satu sistem atau aplikasi yang berfungsi untuk mengubah data operasional, data transaksi, atau data lainnya di suatu perusahaan atau organisasi menjadi bentuk pengetahuan. Aplikasi ini melakukan analisis data-data di masa lampau, menganalisisnya dan kemudian menggunakan suatu pengetahuan untuk mendukung keputusan dan perencanaan organisasi [4].

Menurut [5] setiap organisasi perlu melakukan monitoring dan pengukuran kinerja secara terus-menerus untuk memastikan strategi pengelolaan yang tepat. Pengukuran kondisi organisasi memerlukan data dan informasi dari seluruh bagian yang merupakan hasil dari proses Business Intelligence (BI) yang akan dijadikan dasar pengambilan keputusan.

Penerapan performance dashboard diharapkan dapat memudahkan dalam pengukuran kinerja perusahaan tersebut untuk membantu pemantauan dan pengendalian kegiatannya dengan memberikan informasi yang berkualitas. Upaya ini mengharuskan perusahaan mampu mengidentifikasikan, menjelaskan, dan mengimplementasikan strateginya sehingga dapat berkembang dan berkompetisi lebih baik.

Definisi lainnya business intelligence (BI) adalah suatu teori, metodologi, proses, arsitektur, dan teknologi yang mengubah data mentah menjadi suatu informasi yang bermakna dan berguna untuk tujuan bisnis. Business intelligence (BI) dapat menangani sejumlah besar informasi untuk membantu mengidentifikasi dan mengembangkan peluang baru. Dengan memanfaatkan peluang baru dan menerapkan strategi yang efektif dapat memberikan keuntungan pasar kompetitif dan stabilitas jangka panjang [6].

Dengan business intelligence sebuah organisasi juga dapat menganalisis perubahan tren, sehingga organisasi tersebut dapat menentukan strategi guna menghadapi perubahan tren tersebut [7].

Penggunaan business intelligence pada dasarnya tidak selalu mengubah atau menggantikan sistem informasi yang digunakan sebelumnya. Namun, business intelligence berguna untuk menambahkan layanan pada sistem yang telah ada sehingga data yang telah dimiliki oleh sistem informasi yang digunakan dapat menghasilkan informasi yang komprehensif dan memiliki kegunaan yang baik [8].

Sedangkan dashboard adalah sebuah sistem informasi yang menyajikan informasi mengenai indikator utama dari aktifitas organisasi secara sekilas. Biasanya dashboard menghasilkan model yang digunakan untuk pengembangan dashboard bagi kebutuhan monitoring dan evaluasi kinerja dari suatu perusahaan. Monitoring dan evaluasi kinerja dilakukan secara terus menerus oleh suatu perusahaan untuk memastikan bahwa proses bisnis yang dijalankannya dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan melalui strategi pengelolaan yang tepat [9].

Terdapat beberapa penelitian serupa yang membahas tentang dashboard, yang pertama penelitian dashboard information system sebagai pendukung keputusan dalam penjualan tiket pesawat. Adapun informasi yang disajikan dalam penelitian itu diantaranya summary transaksi pemesanan tiket pesawat per wilayah, summary transaksi penjualan tiket pesawat per wilayah, summary transaksi pemesanan tiket pesawat per cabang, summary transaksi penjualan tiket pesawat per cabang, dan informasi perkembangan penjualan dan pemesanan [10]. Kemudian rancang bangun business intelligence pada perpustakaan sekolah, informasi yang disajikan pada penelitian ini diantaranya sepuluh peminjam terbanyak pertahun, jenis-jenis buku, dan perbandingan peminjaman setiap tahun [11]. Selanjutnya dashboard information system berbasis key performance, informasi yang disajikan diantaranya menampilkan data-data mengenai capaian yang sudah ditetapkan [12]. Dan yang terakhir analisis data penerimaan mahasiswa baru untuk meningkatkan potensi pemasaran, informasi yang disajikan pada penelitian ini diantaranya hasil analisa data penerimaan mahasiswa terhadap program studi pilihan, hasil analisa data penerimaan mahasiswa terhadap fakultas pilihan, dan hasil analisa data penerimaan mahasiswa terhadap tempat tinggal asal [13].

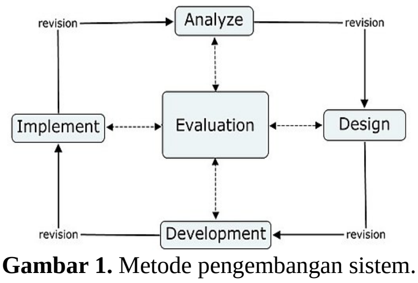
Pada penelitian ini BID akan menampilkan fitur untuk memudahkan pemilik usaha dalam me-monitoring hasil dari penjualan dan pembelian. Fitur yang akan diberikan menampilkan data dalam bentuk bar chart, line chart, pie chart, dan lain sebagainya.

II. METODE PENELITIAN

A. *Metode Pengembangan Sistem*

Metode yang digunakan saat pengembangan sistem adalah desain model ADDIE yang terdiri pada tahapan Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation [14]:

Alur metode pengembangan sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Setiap tahapan merujuk pada tahap evaluation, untuk memastikan setiap fitur dan langkah benar-benar memenuhi kebutuhan dari calon pengguna.



Gambar 1. Metode pengembangan sistem.

1. Analysis

   Memasuki tahap *analysis* pengembang melakukan identifikasi dan evaluasi terhadap studi kasus dan kebutuhan yang ada dalam pembuatan *Bussiness Intelligence Dashboard*. Tahapan ini merupakan kunci pengembangan sistem menjadi lebih baik.
2. Design

   Memasuki tahap design pengembang akan mendapatkan gambaran dari user interface, user

experience dan proses dari setiap komponen yang dibutuhkan.

3. Development
Memasuki tahap development pengembang akan merealisasikan output dari tahapan development. Output dari design akan di proses secara bertahap sesuai urutan pengembangan sistem. Dua tahap sebelumnya menjadi kunci dalam tahapan development, proses yang matang akan memenuhi requirement system.
4. Implementation
Memasuki tahap implementation output dari tahapan development akan disimulasikan. Seluruh komponen yang telah diselesaikan akan diuji mulai dari tampilan sistem, pengalaman yang didapat user dan kebutuhan dashboard yang dibuat.
5. Evaluation
Memasuki tahap evaluation komponen yang diuji akan ditentukan apakah sudah memenuhi kebutuhan dan proses yang ada. Tahapan ini dilakukan berdasarkan penilaian dari pemilik perusahaan yang melakukan tahap pengujian.

B. Analisis

Pada tahapan analisis, penulis mengumpulkan data dengan cara observasi dan wawancara dengan pihak CV. Duta Square. Kegiatan observasi sudah dilakukan sebanyak 3 kali, dimana observasi yang pertama dilakukan untuk mengetahui proses bisnis yang berjalan di CV. Duta Square, kemudian observasi yang kedua dan ketiga dilakukan untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan CV. Duta Square kedepannya. Kegiatan wawancara dilakukan sebanyak 4 kali, yang pertama dilakukan wawancara untuk mendapatkan informasi tentang sejarah Duta Square, kemudian yang kedua wawancara mengenai masalah yang terjadi di Duta Square, yang ketiga mengenai kebutuhan apa saja yang dibutuhkan Duta Square dan yang keempat memvalidasi kebutuhan tersebut.

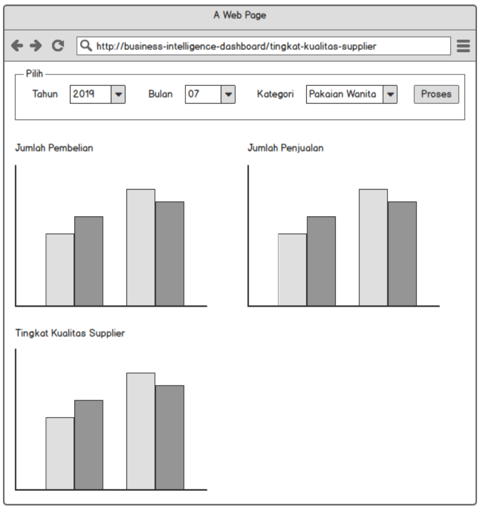
CV. Duta Square memiliki sistem POS dan SRM yang digunakan untuk mencatat penjualan ke pelanggan dan pembelian barang dari Supplier. Hasil dari kedua modul sistem yang berjalan belum memberikan gambaran terhadap proses pembelian dan penjualan. Data yang disajikan adalah bentuk tabel dan cetak nota baik pembelian maupun penjualan. Hal ini yang kemudian membuat pemilik usaha ingin mengetahui informasi yang merangkum dengan baik proses kegiatan usaha di CV. Duta Square. Berdasarkan proses bisnis yang terjadi pemilik perusahaan membutuhkan beberapa informasi yang didapat dari proses bisnis yang terjadi di perusahaan. Berikut user stories pemilik usaha:

1. pemilik usaha ingin melihat statistik dan capaian dari target pendapatan, sehingga membantu dalam mengetahui jumlah pendapatan;
2. pemilik usaha ingin melihat informasi transaksi pembelian dan penjualan, agar memudahkan dalam me-monitoring data pembelian dan data penjualan;
3. pemilik usaha ingin mengetahui tingkat kualitas dari setiap supplier;
4. pemilik usaha ingin mempunyai data setiap supplier secara detail dan mengetahui barang yang sudah tidak di order lagi;
5. pemilik usaha ingin melihat minat barang di setiap kategori untuk mempermudah proses re-stock barang
6. pemilik usaha ingin melihat data penjualan yang dilakukan oleh member maupun non-member.

C. Perancangan

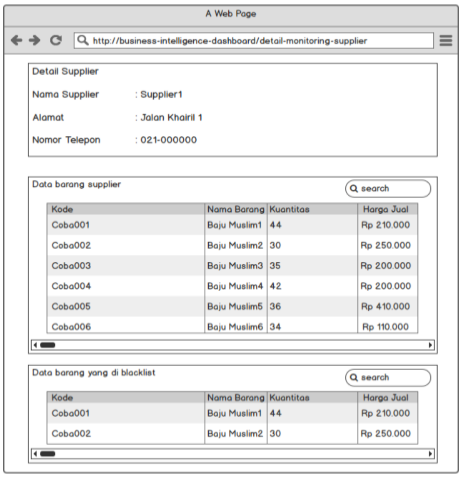
Pada tahapan perancangan, setiap desain antarmuka didiskusikan dengan pemilik usaha, termasuk bagaimana melakukan tingkat perangkingan terhadap supplier atau peminatan barang.

1. Rancangan *Interface* Tingkat Kualitas *Supplier*
Tingkat kualitas supplier menggambarkan ranking dari masing-masing supplier berdasarkan perbandingan jumlah pembelian dari supplier tersebut dibandingkan dengan jumlah penjualan dari supplier tertentu. Hasilnya akan digunakan untuk mengevaluasi jumlah barang yang akan dipesan pada supplier. Gambar 2 menunjukkan gambaran dari rancangan tingkat kualitas *supplier*.



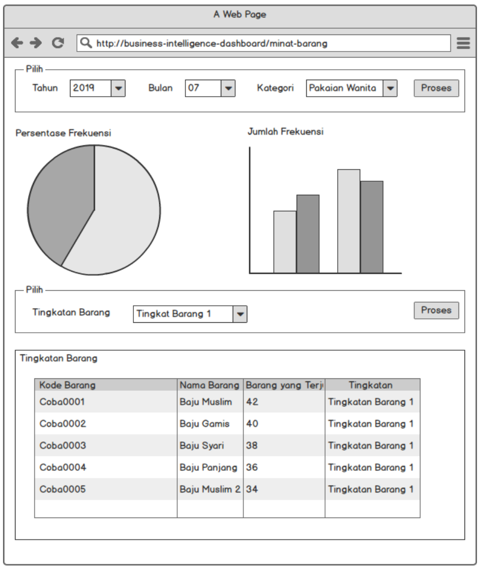
Gambar 2. Rancangan *interface* tingkat kualitas *supplier.*

2. Rancangan Monitoring *Supplier*
Pada rancangan menu ini pemilik usaha nantinya dapat melihat detail transaksi setiap supplier, termasuk barang yang direkomendasikan untuk tidak dilakukan pembelian ulang. Pada Gambar 3 menunjukkan gambaran dari rancangan monitoring *supplier*.



Gambar 3. Rancangan *interface monitoring supplier*.

3. Rancangan Minat Barang
   Rancangan menu ini akan mengevaluasi barang di setiap kategori, berupa frekuensi pembelian item dan perangkingan dari barang yang paling diminati atau kurang diminati. Pada Gambar 4 menunjukkan gambaran dari rancangan Minat Barang.



Gambar 4. Rancangan *interface* minat barang.

D. Pengembangan

Pada tahap pengembangan dilakukan proses coding dari seluruh fitur yang disepakati dengan pemilik usaha pada tahap perancangan

E. Implementasi dan Evaluasi

Setelah semua fitur dapat diselesaikan dilakukan proses hosting dan pengujian internal untuk memastikan seluruh kebutuhan fungsional telah dipenuhi oleh sistem. Tahap evaluasi dilakukan bersama dengan pemilik usaha agar sistem BID yang diperoleh dapat benar-benar memenuhi kebutuhan pemilik usaha. Tabel 1 memperlihatkan sebagian skenario pengujian yang digunakan pada tahap implementasi dan evaluasi.

Tabel 1. Skenario Pengujian

No	Kelas Uji	Kasus Uji	Hasil yang diharapkan
1	Capaian Target Pendapatan	Menampilkan perhitungan persentase pencapaian omzet	Berhasil menampilkan progress pendapatan per hari/ bulan/ tahun
2	Monitoring data pembelian dan penjualan	Menampilkan grafik rerata pembelian dan penjualan	Berhasil menampilkan grafik dan frekuensi pembelian/ penjualan per tahun
3	Tingkat Kualitas Supplier	Menampilkan 10 *supplier* terbaik dan terendah	Berhasil menampilkan 10 tingkat kualitas *supplier* tertinggi dan terendah.
4	*Monitoring Supplier*	Menampilkan data-data dari setiap supplier	Berhasil menampilkan data-data dari setiap supplier.
5	Minat Barang	Menampilkan barang yang diminati dan kurang diminati	Berhasil menampilkan barang yang diminati dan kurang diminati.
6	Monitoring Member	Menampilkan data penjualan terhadap member dan non-member	Berhasil menampilkan data dan grafik penjualan member/ non-member

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Dengan memanfaatkan data yang dimiliki perusahaan, sistem akan memberikan informasi untuk membantu pemilik usaha dalam menjalankan proses bisnis kedepannya. Data yang diproses dari sistem POS diantaranya data jumlah omzet, data transaksi penjualan, dan data member. Sedangkan data yang diproses dari sistem supplier dan stok gudang diantaranya data pembelian dan data supplier. Data tersebut akan diproses sesuai kebutuhan yang disampaikan pemilik. Salah satu hasil dari sistem ini yaitu telah berhasil menampilkan barang yang diminati dan kurang diminati customer. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data barang

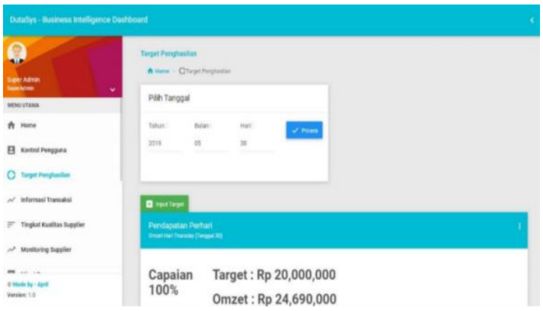
Kode Barang	Nama Barang	Barang Terjual	Peringkat Barang
AB001	Kafta	45	2
AB005	Dress	12	3
AA010	Tunik	8	4
AA005	Gamis	50	1

B. Tampilan Antarmuka Sistem BID

Hasil dari tahap pengembangan dan implementasi pada penelitian ini adalah sistem BID yang terhubung dengan REST API dengan SRM dan POS. Sebanyak 14 API mengolah data proses transaksi dari kedua sistem menjadi informasi yang disajikan pada sistem BID.

1. Halaman Capaian Target Pendapatan

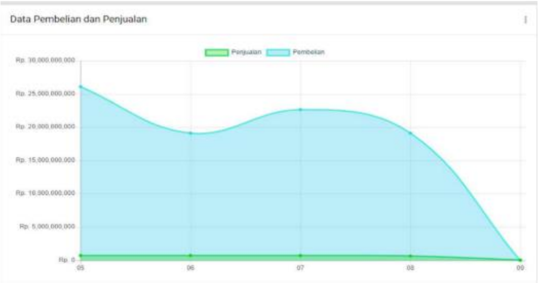
   Pada menu ini pemilik usaha dapat menentukan target dari omzet penjualan dan melihat secara langsung pencapaiannya secara harian, bulanan, dan tahunan. Selain itu juga terdapat menu grafik yang melihat pergerakan pendapatan per bulan. Gambar 5 memperlihatkan tampilan capaian pendapatan per bulan.



Gambar 5. Halaman capaian target penjualan.

2. Monitoring Penjualan dan Pembelian

   Menu ini akan mempermudah pemilik usaha melihat perbandingan secara langsung antara grafik jumlah pembelian dan penjualan. Gambar 6 memperlihatkan tampilan halaman untuk monitoring penjualan dan pembelian.



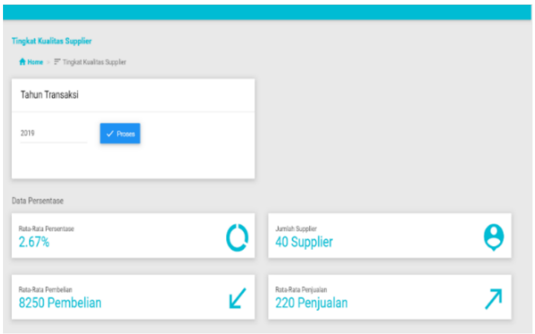
Gambar 6. Halaman grafik data pembelian dan penjualan.

3. Halaman Tingkat Kualitas dan Detail Supplier

   Menu dari tingkat kualitas *supplier* disajikan pada Gambar 7**.** Menu ini akan memberikan informasi kualitas *supplier* berdasarkan perbandingan penjualan dan pembelian. Adapun rumus yang dipakai dalam menentukan rata-rata pembelian dan rata-rata penjualan yaitu:

$$Rata - rata\ pembelian = \frac{jumlah\ pembelian}{banyaknya\ data} \quad (1)$$

$$Rata - rata\ penjualan = \frac{jumlah\ penjualan}{banyaknya\ data} \quad (2)$$

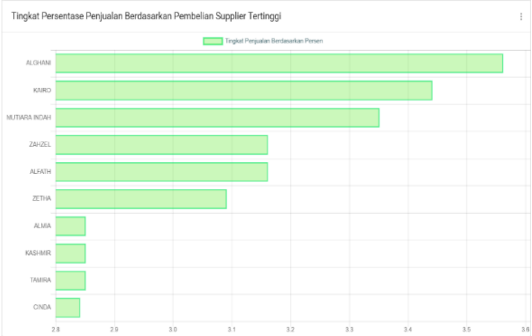


Gambar 7. Halaman tingkat kualitas *supplier.*

Gambar 8 merupakan menu yang menampilkan bagan dari 10 kualitas supplier tertinggi berdasarkan penjualan dan pembelian. Adapun rumus yang digunakan untuk dapat menampilkan bagan tersebut yaitu:

$$Tingkat\ Kualitas = \frac{jumlah\ pembelian}{jumlah\ penjualan} \quad (3)$$

Setelah didapat hasilnya maka data yang diambil untuk ditampilkan hanya yang 10 teratas.

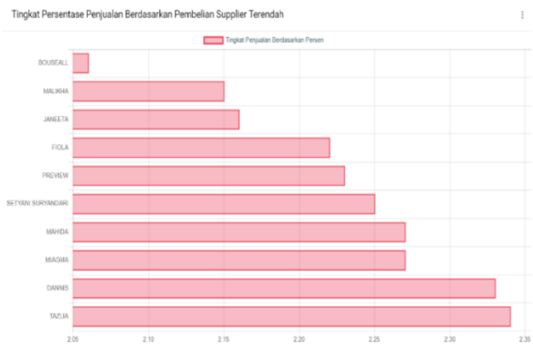


Gambar 8. Tingkat kualitas *supplier* tertinggi.

Gambar 9 merupakan menu yang menampilkan bagan dari 10 kualitas supplier terendah berdasarkan penjualan dan pembelian. Adapun rumus yang digunakan untuk dapat menampilkan bagan tersebut yaitu:

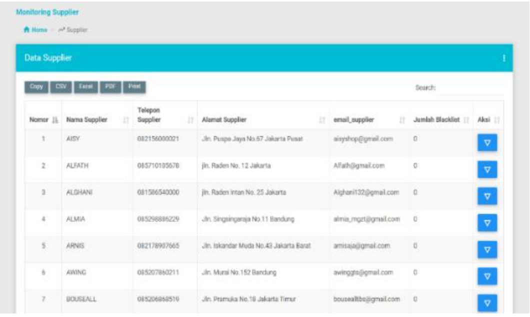
$$Tingkat\ Kualitas = \frac{jumlah\ pembelian}{jumlah\ penjualan} \quad (4)$$

Setelah didapat hasilnya maka data yang diambil untuk ditampilkan hanya yang 10 terbawah.



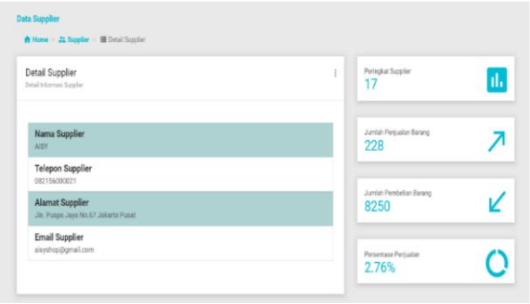
Gambar 9 Tingkat kualitas *supplier* terendah.

4. Halaman Monitoring Supplier
Pemilik dapat membuka informasi detail dari supplier yang dimiliki oleh perusahaan. Menu ini dapat memberikan informasi secara detail dari perkembangan barang supplier di perusahaan. Data dari setiap supplier ini akan dikembangkan untuk menampilkan statistik data transaksi pembelian dan transaksi penjualan. Gambar 10 merupakan tampilan dari monitoring supplier.



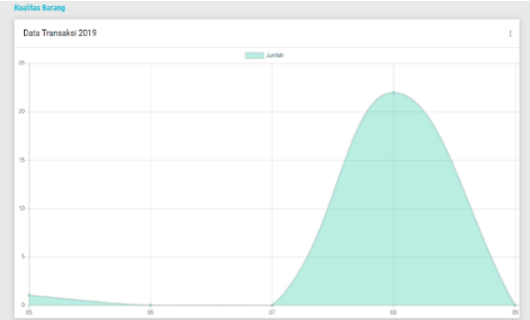
Gambar 10. Halaman *monitoring supplier*.

Gambar 11 merupakan detail dari tiap supplier, informasi yang ditampilkan pada halaman ini diantaranya nama, nomor telepon, alamat, email, peringkat, jumlah penjualan setiap supplier, jumlah pembelian setiap supplier, dan persentase penjualan.

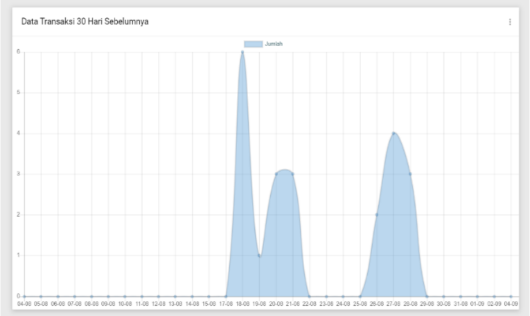


Gambar 11. Halaman detail *supplier*.

Tampilan grafik untuk statistik data barang dari supplier yang terjual satu tahun dan 30 hari sebelumnya juga dapat diketahui. Gambar 12 merupakan tampilan statistik data barang yang sudah terjual dalam satu tahun sebelumnya. Gambar 13 merupakan tampilan statistik data transaksi barang yang sudah terjual dalam 30 hari sebelumnya.



Gambar 12. Data transaksi per tahun.



Gambar 13. Data transaksi per bulan.

5. Halaman Minat Barang
Pemilik dapat membuka informasi detail dari perkembangan barang per kategori. Data penjualan barang akan diproses dengan metode frekuensi dan menghasilkan output penilian setiap barang. Pemilik dapat melihat kelompok dari setiap kualitas barang per kategori. Barang akan dikelompokkan dan dapat dilihat jumlah setiap kelompok barang.

Adapun rumus yang digunakan dalam menampilkan halaman minat barang yaitu rumus frekuensi:

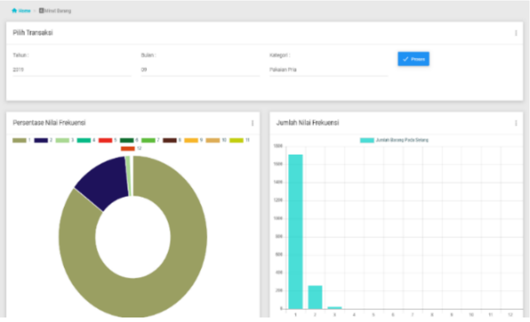
$$R = X_n - X_1 \tag{5}$$

$$K = 1 + 3.3 \log n \tag{6}$$

$$P = \frac{R + 1}{K} \tag{7}$$

dengan:
R = Rentang
X_1 = Angka Terkecil
X_n = Angka Terbesar
K = Banyaknya Kelas
n = Banyaknya Data
P = Panjang Kelas

Gambar 14 merupakan menu dari minat barang.



Gambar 14. Halaman minat barang.

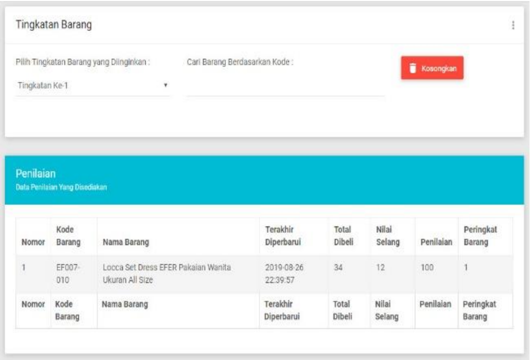
Gambar 15 merupakan data tabel frekuensi, hasil yang ditampilkan pada tabel frekuensi didapat dari perhitungan rumus frekuensi pada Persamaan 5, 6, dan 7.

Selang	Poin
1	9.09
2	18.18
3	27.27
4	36.36
5	45.45
6	54.55
7	63.64
8	72.73
9	81.82
10	90.91
11	100
Selang	Poin

Nilai	Peringkat Barang
100 - 81	1
80 - 61	2
60 - 41	3
40 - 21	4
20 - 0	5
Nilai	Peringkat Barang

Gambar 15. Tampilan data tabel frekuensi.

Gambar 16 menampilkan tingkatan barang yang diminati dan kurang diminati customer.



Gambar 16. Tampilan menu tingkatan barang.

6. Halaman Monitoring Member
   Menu ini digunakan untuk melihat keefektifan sistem member yang diterapkan di CV. Duta Square. Informasi yang disajikan juga dapat memastikan strategi promosi tertentu terhadap member dan dibandingkan dengan non-member. Gambar 17 menampilkan statistik omzet penjualan member dan non-member.

Gambar 17. Tampilan menu statistik penjualan Member dan non-member.

C. *Evaluasi*

Tahapan evaluasi melalui dua tahap pengujian. Pengujian tahap pertama dilakukan di tim internal, untuk memastikan sistem BID dapat berjalan sesuai dengan fitur yang direncanakan. Tahap kedua dari pengujian dilakukan bersama dengan pemilik usaha. Tabel 3 memperlihatkan hasil pengujian dari keenam fitur yang dikembangkan berdasarkan kebutuhan pemilik usaha.

Tabel 3. Hasil evaluasi dan pengujian.

Kelas Uji	Kasus Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil yang dicapai
Capaian Target Pendapatan	Menampilkan perhitungan persentase pencapaian omzet	Berhasil menampilkan progress pendapatan per hari/ bulan/ tahun	Sistem dapat menampilkan progress pendapatan per hari/ bulan/ tahun
Monitoring data pembelian dan penjualan	Menampilkan grafik rerata pemebelian dan penjualan	Berhasil menampilkan grafik dan frekuensi pembelian/ penjualn per tahun	Sistem dapat menampilkan grafik dan frekuensi pembelian/ penjualn per tahun
Tingkat Kualitas Supplier	Menampilkan 10 supplier terbaik dan terendah	Berhasil menampilkan 10 tingkat kualitas supplier tertinggi dan terendah.	Sistem berhasil menampilkan 10 tingkat kualitas supplier tertinggi dan terendah.
Monitoring Supplier	Menampilkan data-data dari setiap supplier	Berhasil menampilkan data-data dari setiap supplier.	Sistem berhasil menampilkan data-data dari setiap supplier.
Minat Barang	Menampilkan barang yang diminati dan kurang diminati	Berhasil menampilkan barang yang diminati dan kurang diminati.	Sistem berhasil menampilkan barang yang diminati dan kurang diminati.

Monitoring Member	Menampilkan data penjualan terhadap member dan non-member	Berhasil menampilkan data dan grafik penjualan member/ non-member	Sistem dapat menampilkan data dan grafik penjualan member/ non-member

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah diimplementasikan sistem BID dengan metode ADDIE.untuk CV Duta Square. Sistem BID dapat menampilkan fitur yang sesuai dengan kebutuhan fungsional dari pemilik usaha. Fitur tersebut meliputi capaian target pendapatan, monitoring data pembelian dan penjualan, tingkat kualitas supplier, monitoring supplier, minat barang, dan tingkat penjualan kepada member. Sistem BID juga telah melalui pengujian dan evaluasi dan dapat menerima data dari modul sistem SRM dan POS dengan menggunakan web service dan menampilkan informasi yang bermanfaat bagi pemilik usaha.

Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan fitur lain seperti analisa kepadatan pembelian pada jam tertentu, agar pemilik usaha dapat mengalokasikan pegawai dengan jumlah sesuai, serta mengintegrasikan dengan sistem akuntansi sehingga pemilik usaha dapat mengetahui prediksi laba yang mungkin diperoleh berdasarkan transaksi harian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada CV. Duta Square atas dukungan dan kerjasamanya dalam penyelesaian penelitian dan penulisan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] BPS, *Badan Pusat Statistik.* Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2018.

[2] Darwanto, "Peningkatan daya saing UMKM berbasis inovasi dan kreativitas (strategi penguatan property right terhadap inovasi dan kreativitas)," *J. Bisi. Eko.*, vol. 20, no. 2, pp. 42-149, 2013.

[3] Humas Kementerian Koperasi dan UKM, *Ratio Wirausaha Indonesia Naik Jadi 3,1 Persen.* Jakarta: Humas Kementrian Koperasi dan UKM, 2019.

[4] R. W. Witjaksono, M. Wiyogo, and P. N. Wicaksono, "Perancangan aplikasi business intelligence pada sistem informasi distribusi PT. Pertamina Lubricant menggunakan pentaho," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 12–18, 2015.

[5] A. P. Utomo, N. Mariana, and R. S. A. Rejeki, "Rancangan dashboard kinerja layanan pasien rumah sakit," *Dinamik*, vol. 22, no. 2, pp. 57–66, 2017.

[6] Z. N. Husni dan I. Mukhlash, "Implementasi business intelligence pada manajemen report Bank XYZ," *Jurnal Sains dan Senni P*omits, vol. 3, no. 2, 2014.

[7] Henderi, H. Indri, and M. A. Dewi, "Business intelligence development model using star schema methodology," *J. Sist. Inf.*, vol. 5, pp. 233–250, 2012.

[8] S. Darudiato, S. W. Santoso, and S. Wiguna, "Business intelligence : Konsep dan metode," *CommIT*, vol. 4, pp. 63–67, 2010.

[9] E. Hariyanti, I. Werdiningsih, and K. Surendro, "Model pengembangan dashboard untuk monitoring dan evaluasi kinerja perguruan tinggi," *JUTI J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 13–20, 2011.

[10] D. Anggoro and M. L. Aksani, "Dashboard information system sebagai pendukung keputusan dalam penjualan tiket pesawat studi kasus : PT . Nurindo Tour," *J. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 3, pp. 218–228, 2015.

[11] A. Martono, F. Sudarto, D. Rustiana, and N. Rahayu, Rancang-Bangun Business Intelligence

[12] Pada Perpustakaan Sekolah Studi Kasus di SMP Negeri 1 Cisoka, Banten: SMP Negeri 1 Cisoka, 2013.

[13] Henderi, S. Rahayu and B. M. Prasetyo, "Dashboard information system berbasis key performance indicator," *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*, vol. 1, pp. 82–87, 2012.

[14] S. Alviana and B. Kurniawan, "Analisis Data Penerimaan Mahasiswa Baru Untuk Meningkatkan Potensi Pemasaran Universitas Menggunakan Business Intelligence (Studi Kasus Universitas XYZ)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 4, no. 1, 2019.

[15] S. D. Sugianto, *et.al.* "Pengembangan modul IPA berbasis proyek terintegrasi STEM pada materi tekanan," *Journal of Natural Science Education Reseach*, vol. 1, no. 1, 2018.

Energy Yield of a 1.3 kWp Grid-Connected Photovoltaic System Design: Case for a Small House in Bali

Nyoman Sugiartha
Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Bali
sugiartha@pnb.ac.id

Abstrak: Makalah ini bertujuan untuk mendapatkan performansi produksi energi dari sebuah desain sistem fotovoltaik berkapasitas 1,3 kWp yang terhubung jaringan untuk sebuah bangunan rumah kecil di Bali yang memiliki konsumsi listrik rata-rata 6.36 kWh/hari dengan menggunakan *software* PVSyst. Lokasi rumah berada pada iklim tropis dengan temperatur rata-rata bulanan sebesar 27,2 ℃ dan rata-rata iradiasi matahari bulanan bervariasi dari 4,41 hingga 7,14 kWh/m^2. Posisi panel fotovoltaik dioptimalkan pada sudut azimuth 0^o dan sudut kemiringan 12,5^o menghadap ke utara dengan kemiringan tetap tanpa pelacakan. Desain sistem fotovoltaik terdiri dari empat unit modul jenis multi kristal dengan daya puncak per unit sebesar 325 Wp dan tersambung dalam satu larik untuk membentuk pelacakan titik daya maksimum pada inverter. Satu unit inverter dengan daya luaran nominal 1,6 kW digunakan untuk mengubah daya listrik dari arus DC ke AC. Hasil simulasi menunjukkan bahwa iradiasi global dan produksi energi pada luaran inverter bervariasi antara 4,16 dan 6,65 kWh/m^2/hari dan 129,9-199,7 kWh. Rasio performansi bulanan, faktor kapasitas dan efisiensi sistem berfluktuasi masing-masing antara 76,9-78,6%, 17,3-27,7% dan 12,8-13,0%. Kerugian maksimum *array* fotovoltaik dan kerugian sistem adalah 1,35 kWh/kWp/hari dan 0,18 kWh/kWp/hari. Hal ini terjadi pada bulan November dimana efisiensi sistem mencapai nilai terendah yang kemungkinan dipengaruhi oleh temperatur lingkungan yang tinggi.

Kata kunci: *Bali, produksi energi, terhubung jaringan, PVsyst, rumah kecil, fotovoltaik.*

Abstract: *This paper aims to obtain the energy yield performances of a 1.3 kW$_p$ grid-connected solar photovoltaic system design for a small house building in Bali with an average electrical consumption of 6.36 kWh/day by using PVSyst simulation software. The house location is under a tropical climate with 27.2 ℃ average monthly temperature. The average monthly horizontal solar irradiation varies from 4.41 to 7.14 kWh/m^2. The photovoltaic panel position is optimized at 0^o azimuth and 12.5^o tilt angles, which arranged facing north with fixed tilted without any tracking. The proposed photovoltaic system composes of 4 poly-crystalline modules, each 325 W$_p$ capacity connected in one string to establish maximum power point tracking in the inverter. One unit of the inverter of 1.6 kW is used to convert electrical power from DC to AC. The simulation results show that global incident irradiation and energy production at inverter output varies between 4.16 and 6.65 kWh/m^2/day and 129.9-199.7 kWh. The monthly performance ratio, capacity factor, system efficiency is found to fluctuate between 76.9-78.6%, 17.3-27.7%, and 12.8-13.0%, respectively. The maximum of array capture and system losses of 1.35 kWh/kW$_p$/day and 0.18 kWh/kW$_p$/day occur in November with the lowest system efficiency, which is likely influenced by the high ambient temperature.*

Keywords: *Bali, energy yield, grid-connected, PVSyst, small house, solar photovoltaic.*

I. INTRODUCTION

Electricity constitutes basic needs for the communities in daily life, even in household sector. In Indonesia, such a sector consumes the most extensive electricity of 102,712 GWh or shares of 40.1% over 2018 [1]. The national grid electricity capacity of 1,300 VA is widely installed in the household buildings, which accounts for 90% of the customers. For those, about 87.4% of the electricity supplied from fossil fuel-based power generators [2].

Owing to the environmental and reliable energy supply awareness, shifting the use of fossil fuel to renewable energy sources in energy generation is fundamentally essential. Renewable energy deployment gains more considerable attention that could reduce greenhouse gas emissions as well as reduce environmental and health risks associated with pollutants [3]. Besides technology and economic factors, environmental motivation plays a vital role in energy savings, such as in photovoltaic (PV) households [4].

Indonesia has set a renewable energy target of 23% by 2025, according to the Paris Agreement under UNFCC. Currently, renewable energy contributes 12.6% of the total primary energy supply, in which only 0.19% came from solar PV plants [2]. The country, which lies in the tropics, has enormous solar PV potential of more than 500 GW. However, as per June 2018, the solar PV plants installed capacity in the household is only about 521 kWp [5]. Thus, any efforts have to be made to increase their installed capacity, such as public campaigns supported by the policymakers.

Grid-connected solar PV system becomes an attractive option of electricity source for households in the urban areas since the national grid utility is readily available. Bali, as a tourism province, has a dense

Copyright @ Matrix 2020

population and private housings, mainly in Denpasar city, which makes it potential to implement the solar PV installation along with the reliability of electricity supply from the grid. Moreover, the Governor of Bali Province has declared a program of Bali Clean and Green and put more attention on renewable energy utilization.

Several researchers reported the simulated performance of grid-connected solar PV systems for households. Dondariya *et al.* evaluated the performance feasibility of a 6.4 kWp rooftop PV system for a hypothetical household building in Madhya Pradesh, India [6]. They utilized various simulation software, such as PV*SOL, PVGIS, SOLARGIS, and SISIFO, to predict energy generation, performance ratio (PR), and solar fraction. Amongst them, PV*SOL demonstrated robust and easy use for the PV system simulation. Tomar and Tiwari assessed the techno-economic viability of 1.8 kW and 3.8 kW grid-connected PV systems for residential households in New Delhi, India using HOMER software tool [7]. Tarigan *et al*. analysed techno-economic performances of a 1 kWp PV system for a household in Surabaya using PVSyst and RETScreen simulation tools [8]. The PV system injected electricity into the grid about 3.75 kWh/day with a PR of 72.5% in which technically matched the basic electrical demand of a typical household. Shukla *et al*. performed simulation analysis of the energy yield and performance ratio of a 110 kWp rooftop PV system with different PV technologies for a residential hostel building in Bhopal India using SOLARGIS-pvPlanner software [9]. They examined that the energy yield and PR ranges are of 2.67-3.36 kWh/kWp and 70-88%, respectively.

The present study is aimed at performing computer simulation by using PVSyst software to obtain energy yield performances of a 1.3 kWp grid-connected solar PV system design applied for a small house building in Bali Province, Indonesia. The system energy balance, performance ratio, capacity factor, system efficiency, and power losses are discussed. Furthermore, the potential of energy savings of such a system compared to the grid-only electricity supply can be predicted.

II. METHODS

A. *Research Location and Electricity Usage*

The site selected for the study is a household near Denpasar city border, which is at Tegal Jaya Permai I residence, Badung Regency, Bali Province, Indonesia with a latitude of 8.6303 ºS and longitude of 115.1794 ºE as shown in Figure 1. The house building faces north and has two floors with the land and building areas about 80 m^2 and 72 m^2. The grid-connected solar PV panels are designed to be sited on a frame in the flat space of the rooftop with free-mounting.

Figure 1. Satellite image of the research location.

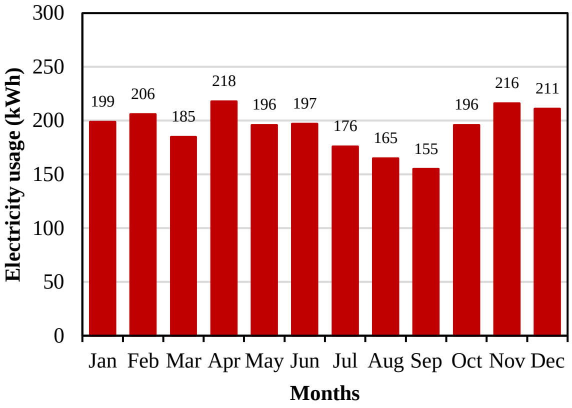


Figure 2. Electricity usage on site.

Figure 2 shows a monthly profile of electricity consumption for the house, which has been derived from monthly electrical bills. The average electrical usage is about 6.36 kWh/day.

B. *Solar PV System Design*

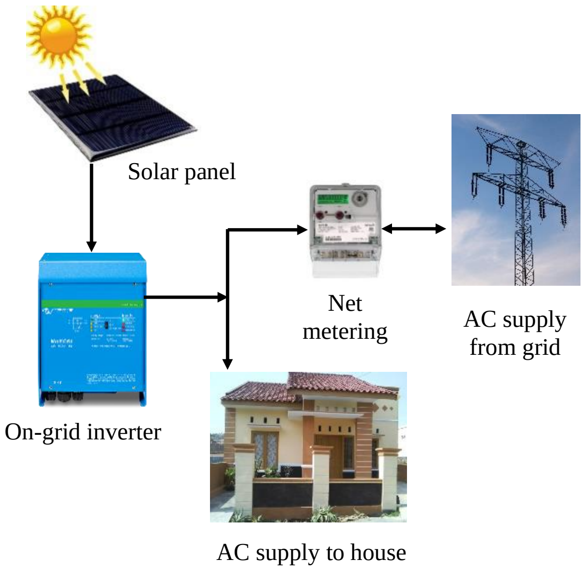


Figure 3. Schematic diagram of a grid-connected solar PV system.

Figure 3 presents a schematic diagram of a typical grid-connected solar PV system to power household electrical needs. The main components of the system consist of solar PV panels, on-grid inverter, net-meter, house's load appliances, and grid supply transmission. Such a system is configured with no electricity backup by battery banks to avoid additional losses.

This study proposes the solar PV system design capacity of 1.3 kWp. The primary consideration is the Regulation of the Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia Number 49/2018, which states the maximum allowable PV system capacity is as high as 100% of the consumer's grid installed power capacity. Meanwhile, the majority of the household consumers subscribe to the grid power capacity of 1,300 VA.

Table 1. Characteristics of the PV module (Canadian Solar, CS6U 325P-AG, poly-crystalline).

Parameter	Value
Nominal maximum power (P_{max})	325 W
Maximum power voltage (V_{max})	37.0 V
Maximum power current (I_{max})	8.78 A
Open circuit voltage (V_{oc})	45.5 V
Short circuit current (I_{sc})	9.34 A
Module efficiency	16.56%

The solar PV system components selection is based on market availability, brand reputation, and reliability at affordable costs. The proposed 1.3 kWp PV system composes of 4 poly-crystalline modules of Canadian Solar CS6U 325P-AG, each 325 Wp capacity connected in one string to establish maximum power point tracking (MPPT) in the inverter. The module efficiency is 16.56% under standard test conditions (STC), i.e., cell temperature of 25 ºC, solar irradiance of 1000 W/m^2, and air mass (AM) of 1.5. A single-phase inverter, Growatt 1500TL is used to convert DC to AC power, which then injected directly for self-consumption and into the grid. The inverter is equipped with ShineNET software for data monitoring via RS232, Bluetooth, and internet connections. The specifications of the PV module and inverter are given in Table 1 and Table 2.

Table 2. Characteristics of the inverter (Growatt 1500 TL).

Parameter	Value
Input:	
Max. DC power	1800 W
Max. DC voltage	450 V
PV voltage range at MPPT	120-450 V
Maximum PV current	10 A
Output:	
Nominal AC output power	1600 W
Grid voltage	230 V
Maximum AC current	8 A
AC voltage range	180-280 V
Maximum efficiency	97%
MPPT efficiency	99.5%

C. Simulation Methodology

In this study, the performance simulation is carried out using PVSyst 8.4 software. The PVSyst is a PC software tool to study, sizing and data analysis of complete PV system configurations, such as grid-connected, stand-alone, pumping and DC grid [10].

The PVSyst simulation involves two basic setups as follows:

1. Project's designation, namely site geographical location with corresponding meteorological database (horizontal global and diffuse solar irradiation and ambient temperature) and project settings. The imported meteorological data is derived from Meteonorm 7.2.
2. Main input parameters, such as PV orientation, system components, detailed losses, self-consumption, or user's needs.

The assumptions of PV system losses parameters associated with free mounted modules with air circulation are specified at 29 W/m^{2}K and 0 W/m^{2}K for constant and wind loss factors. The DC circuit wiring loss (ohmic loss) fraction at STC is 1.5%. The module quality loss is 1.5%. The light-induced degradation loss is 0.5%. The module and strings voltage mismatch with power loss at MPP is 1.0% and 0.1%, while the global and mismatch degradation factors due to the individual PV module aging is 3.8% and 0.54%.

The common albedo effects for urban situations range from 0.14 to 0.22 [10]. Subsequently, the value of albedo is set at 0.2 for the simulation. The unshaded solar PV panels are arranged facing north with fixed tilted without any tracking due to limited area on the rooftop and avoiding additional capital and maintenance costs.

D. Performance Indices

The performance indices given by the International Energy Agency (IEA) to analyse the energy-related performance of a grid-tied solar PV system include array yield (Y_a), final yield (Y_f), reference yield (Y_r), PR, capacity factor (CF), system efficiency (η_{sys}) and specific energy losses [11-14].

Array yield (Y_a) is the ratio of DC energy output from the PV array (E_{array}) on daily, monthly or yearly basis to its nominal power ($P_{PV,nom}$) at STC and is denoted by [13-14]:

$$Y_a = \frac{E_{array}\ (kWh)}{P_{PV,nom}(kWp)} \quad (1)$$

Final yield (Y_f) is the ratio of actual AC energy output (E_{avail}) by the PV system on daily, monthly or yearly basis to its nominal power ($P_{PV,nom}$) at STC and is denoted by [13-14]:

$$Y_f = \frac{E_{avail}\ (kWh)}{P_{PV,nom}\ (kWp)} \quad (2)$$

Reference yield (Yr) is the ratio of total daily incident global irradiation in the collector plane to the

solar irradiance at STC (G_{STC}) and is denoted by [13-14]:

$$Y_r = \frac{GlobInc\ (kWh/m^2)}{G_{STC}\ (kW/m^2)} \quad (3)$$

where G_{STC} is 1000 W/m^2.

Performance ratio (PR) is the ratio of the final yield to the reference yield and is denoted by [14]:

$$PR = \frac{Y_f}{Y_r} \quad (4)$$

Capacity factor (CF) is the ratio of actual annual AC energy output of the PV system (E_{avail}) to its full nominal energy generated as it operates 8760 hours yearly and is denoted by [12]:

$$CF = \frac{E_{avail}\ (kWh)}{P_{PV,nom}(kWp)\ x\ 8760\ h} \quad (5)$$

The monthly PV system efficiency [13-14] is denoted as

$$\eta_{sys} = \frac{E_{avail}}{GlobInc\ xA_{array}} \quad (6)$$

where A_{array} is the PV panels area.

Specific energy losses in the grid-tied solar PV system includes array capture or collection loss (L_c) and system loss (L_s). Array capture loss refers to the thermal loss in the solar cell due to the cell operating temperature is higher than that of STC temperature at 25^{o}C. DC wiring (ohmic) loss, shading effect, dust/soil deposition effect, degradation/mismatch loss contribute to the array capture loss. While the system loss occurs due to the conversion loss of DC into AC by inverter. Array capture and system losses are calculated as [14]:

$$L_c = Y_r - Y_a \quad (7)$$

$$L_s = Y_a - Y_f \quad (8)$$

III. RESULTS AND DISCUSSION

The PVSyst provides optimization of tilt and azimuth angles as an orientation step. For Bali province, the optimum values are 12.5^o and 0^o for the tilt and azimuth angles concerning the yearly irradiation yield as shown in Figure 4.

Table 3. shows daily averages of monthly global solar irradiation (horizontal, incident in collector plane, and effective with correction for incident angle modifier/IAM and shadings) and ambient temperature data of the study site.

The global incident irradiation varies from 4.16 kWh/m^2 in January to 6.65 kWh/m^2 in November, while the ambient temperature fluctuates from 26.11 ^{o}C in July to 27.84 ^{o}C in December. From November to February, the global horizontal irradiation shows higher than that of the incident and effective global irradiation, which correspond with the highest ambient temperature variation over the year from 27.67 ^{o}C to 27.84 ^{o}C. The daily average of monthly global horizontal and incident irradiation is 5.35 kWh/m^2/day (or 1.953 MWh/m^2/year) and 5.46 kWh/m^2/day (or 1.993 MWh/m^2/year), respectively.

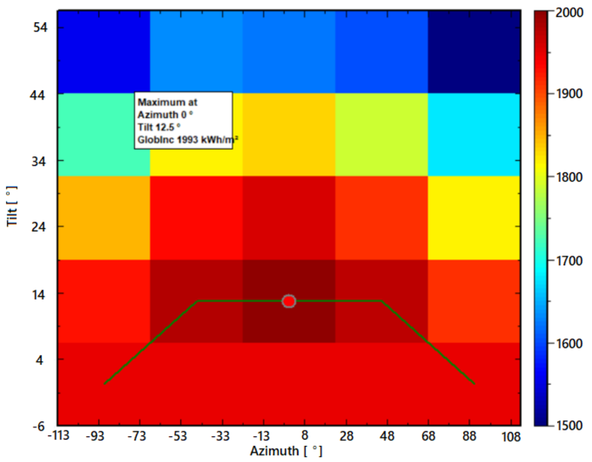


Figure 4. Orientation optimization by the PVSyst.

Table 3. Daily average of monthly global irradiation and ambient temperature

Month	Horizontal (kWh/m²)	Incident (kWh/m²)	Effective (kWh/m²)	Ambient temp. (ºC)
Jan	4.41	4.16	4.00	27.67
Feb	4.94	4.77	4.61	27.76
Mar	5.00	5.01	4.84	27.79
Apr	5.39	5.67	5.48	27.63
May	5.42	6.00	5.82	27.60
Jun	5.26	5.95	5.77	26.55
Jul	5.13	5.73	5.55	26.29
Aug	5.26	5.64	5.47	26.11
Sep	5.56	5.71	5.53	26.24
Oct	5.91	5.77	5.58	27.51
Nov	7.14	6.65	6.42	27.71
Dec	4.79	4.47	4.30	27.84
Mean	**5.35**	**5.46**	**5.28**	**27.22**

Figure 5 shows the monthly energy production as a DC output from the PV panel, an AC output at inverter output, and panel temperature variation. The PV system generates maximum DC and AC energy of about 206.7 kWh and 199.7 kWh in November due to the maximum capture of the solar irradiation, which causes the highest panel temperature at 48.03 ^{o}C. Interestingly, both the DC and AC energy production are considerably high of about 187.8 kWh and 181.4 kWh in July, with the corresponding panel temperature as low as 44.9 ^{o}C. It indicates that solar irradiation is intensive at that month and with the benefit of the

lowest ambient temperature, as shown in Table 4, resulting in more efficient PV energy conversion. It can be observed that the energy production mainly depends on the combined effects of solar irradiation and ambient temperature. The annual DC and AC energy generation are 2.087 MWh and 2.014 MWh, respectively.

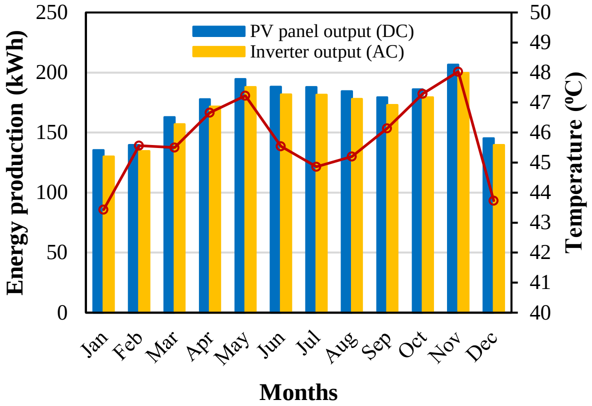


Figure 5. Energy production and panel temperature over the year.

Figure 6 presents the monthly variation of the PV system energy yield, namely reference, array, and final yields over the operation period of one year. The nominal capacity of the proposed design PV system is 1.3 kW_p. As can be seen, the reference yield varies from 4.16 $kWh/kW_p/day$ in January to a maximum of 6.65 $kWh/kW_p/day$ in November. It is coincident with the array and final yields that fluctuate between 3.36 and 5.3 $kWh/kW_p/day$ and 3.23 and 5.12 $kWh/kW_p/day$, respectively.

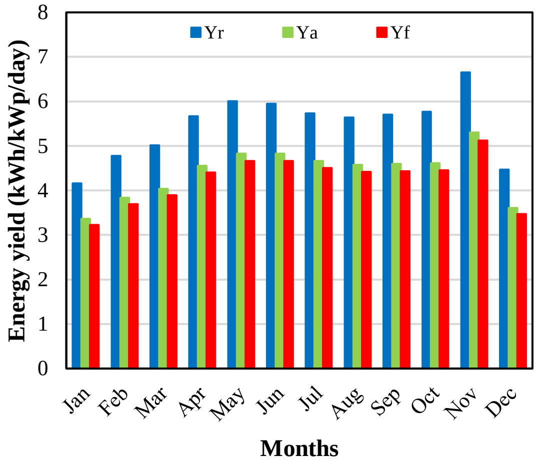


Figure 6. Variation of energy yield over the year.

The capacity factor and energy balance between the user's demand and energy supply from the PV system and grid are shown in Figure 7. The CF is observed stable at 23.5-25.01% between April and October. The maximum CF is 27.7% in November, while the minimum is 17.3-18.6% % for January and December. The CF represents actual energy (AC) at inverter output divided by nominal PV energy generation over the monthly period. The user's energy demand is maximum of 216 kWh (November) and 218 kWh (April). The lowest energy demand is for September (155 kWh). The user's energy demand is fulfilled by the sum of energy supply from the PV system (E_solar) and imported electricity from the grid (E_frGrid). The monthly energy supply from the PV plant and the imported electricity from the grid vary between 63.7-91.83 kWh and 91.3-131.2 kWh in September and April. The higher the user's energy demand, the higher both the energy supply from the PV plant and the imported electricity from the grid and vice versa.

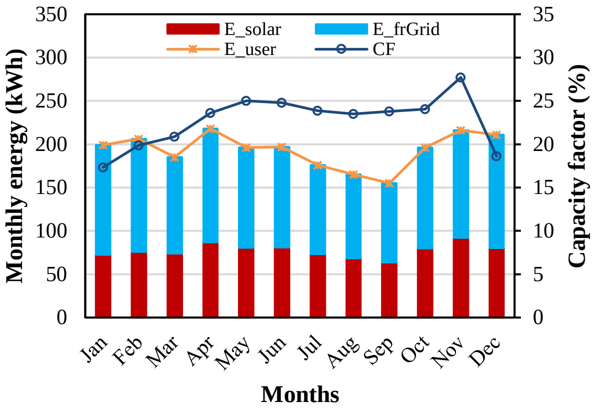


Figure 7. Balance of energy system and capacity factor over the year.

Figure 8 illustrates the variation of monthly energy injected to the grid and performance ratio over the whole year.

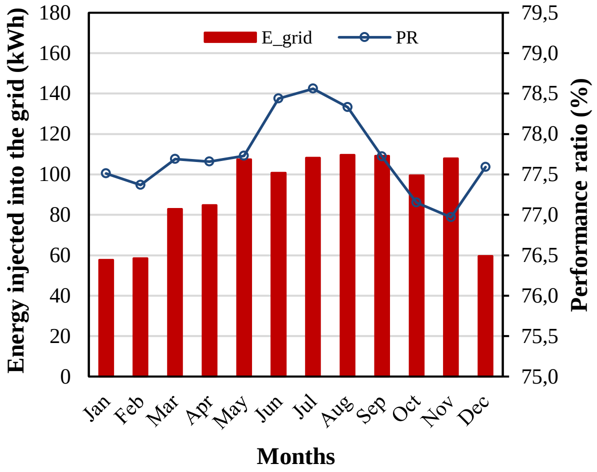


Figure 8. Energy injected into the grid and performance ratio over the year.

The maximum energy injected into the grid is shown for August (109.2 kWh), September (109.7 kWh), May (107.4 kWh), and November (107.9 kWh) and the minimum for January (57.7 kWh), February (58.6 kWh) and December (59.7 kWh). The maximum PR is 78.6% in July, and the minimum PR is 76.9% in

November. As can be observed, the decrease in PR is due to the increase in solar irradiation and panel temperature, and vice versa. The annual average PR is 77.8%, which means about 22.2% of solar energy is not effectively utilized as a usable electricity output.

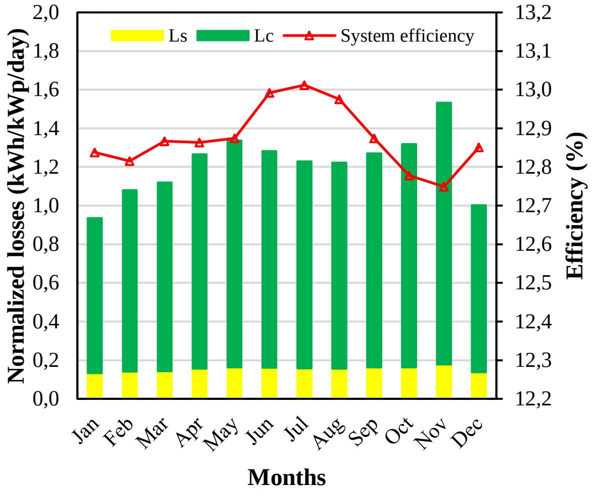


Figure 9. Normalized losses and system efficiency over the year.

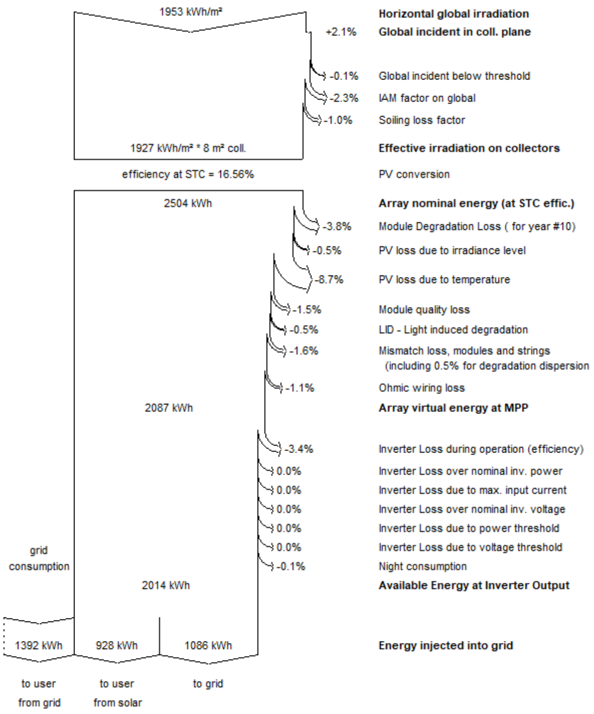


Figure 10. Diagram of PV system losses.

Figure 9 shows the variation of the monthly normalized energy losses and system efficiency for the whole year. As can be seen, the loss is majorly by the array capture loss, which is about 7 times the system loss. The high solar irradiation causes high surface panel temperature, which then degrades the solar panel efficiency. The maximum of array capture and system losses are 1.35 kWh/kW$_p$/day and 0.18 kWh/kW$_p$/day in November. It also indicates the month of the lowest system efficiency of 12.75% over the year.

The loss diagram of the PV system design during generation on an annual basis is depicted in Figure 10. The loss due to the solar irradiation level is 1.3%, while the losses on the PV panel and inverter are 17.7% and 3.5%, respectively. As can be seen, the annual energy production at inverter output, energy supplied to the user from the PV system, energy injected into the grid, and energy imported from the grid are 2.014 MWh, 928 kWh, 1.086 MWh, and 1.392 MWh, respectively.

IV. CONCLUSIONS

The performance simulation of a 1.3 kW$_p$ grid-connected solar PV system design for a small house building of 1.3 kVA installed capacity in Bali has been carried out using PVSyst software. The simulation results reveal as follows:

1. The global incident irradiation varies between 4.16 kWh/m^2/day and 6.65 kWh/m^2/day. The month with the highest global irradiation is November.
2. The PV system generates DC and AC energy generation of 2.087 MWh/year and 2.014 MWh/year, respectively. The maximum energy output of DC (206.7 kWh) and AC (199.7 kWh) occurs in November in which maximum capture of the global incident irradiation causes panel temperature increases as high as 48.03 ºC.
3. The reference yield varies from 4.16 kWh/kW$_p$/day in January to a maximum of 6.65 kWh/kW$_p$/day in November. It is coincident with the array and final yields that fluctuate between 3.36 and 5.3 kWh/kW$_p$/day and 3.23 and 5.12 kWh/kW$_p$/day, respectively.
4. The maximum CF is 27.7% in November, and the minimum CF is 17.3% and 18.6% % for January and December, respectively.
5. The maximum PR is 78.6% in July, and the minimum PR is 76.9% in November. The annual average PR is 77.8%, which means about 22.2% of solar energy is not captured as a usable electricity output.
6. The maximum of array capture and system losses are 1.35 kWh/kW$_p$/day and 0.18 kWh/kW$_p$/day in November with the lowest system efficiency of 12.8%. The loss due to the solar irradiation level is 1.3%, while the losses on the PV panel and inverter are 17.7% and 3.5%, respectively.

REFERENCES

[1] MEMR (Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia), *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia (Final Edition)*. Jakarta: MEMR, 2019.

[2] PLN (Perusahaan Listrik Negara), *Statistik PLN 2018*. Jakarta: PLN, 2019.

[3] P.A. Owusu and S.A-Sarkodie, “A review of renewable energy sources sustainability issues

and climate change mitigation," *Cogent Engineering*, vol 3, pp. 1-14, 2016.

[4] I. Wittenberg and E. Matthies, "How do PV households use their PV system and how is this related to their energy use," *Journal of Environmental Psychology*, vol 55, pp. 110-120, 2018.

[5] D. Arinaldo, J.C. Adiatma, and P. Simamora, *Indonesia Energy Outlook Reviewing 2018, Outlooking 2019*. Jakarta: IESR (Institute for Essential Service Reform), 2018.

[6] C. Dondariya, D. Porwal, A. Awasthi, A.K. Shukla, K. Sudhakar, M. Manohar, and A. Bhimte, "Performance simulation of grid-connected rooftop solar PV system for small households: A case study of Ujjain, India," *Energy Reports*, vol 4, pp. 546-553, 2018.

[7] V. Tomar and G.N. Tiwari, "Techno-economic evaluation of grid connected PV system for households with feed in tariff and time of day regulation in New Delhi-A sustainable approach," *Renewable and Sustainable Reviews*, vol 70, pp. 822-835, 2017.

[8] E. Tarigan, Djuwari, and F.D. Kartikasari, "Techno-economic simulation of a grid-connected PV system design as specifically applied to residential in Surabaya, Indonesia," *Energy Procedia*, vol 65, pp. 90-99, 2015.

[9] A.K. Shukla, K. Sudhakar, and P. Baredar, "Simulation and performance analysis of 110 kW_p grid-cinnected photovoltaic system for residential building in India: A comparative analysis of various PV technology," *Energy Reports*, vol 2, pp. 82-88, 2016.

[10] A. Mermoud and B. Wittmer, *PVSyst User's Manual PVSyst 6*. Switzerland: PVSyst SA, 2014.

[11] V. Sharma and S.S. Chandel, "Performance analysis of a 190 kW_p grid interactive solar photovoltaic power plant in India," *Energy*, vol 55, pp. 476-485, 2013.

[12] L.M. Ayompe, A. Duffy, S.J. McCormack, and M. Conlon, "Measured performance of a 1.72 kW rooftop grid connected photovoltaic system in Ireland," *Energy Conversion and Management*, vol 52, pp. 816-825, 2011.

[13] R. Sharma and S. Goel, "Performance analysis of a 11.2 kW_p roof top grid-connected PV system in Eastern India," *Energy Reports*, vol 3, pp. 76-84, 2017.

[14] R. Arora, R. Arora, and S.N. Sridhara, "Performance assessment of 186 kW_p grid interactive solar photovoltaic plant in Northern India," *International Journal of Ambient Energy*, pp. 1-14, 2019.

Pengembangan Prototipe Aplikasi Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000

Irwan Setiawan
Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Bandung
irwan@jtk.polban.ac.id

Abstrak: Penerapan Manajemen Risiko dalam analisis keputusan dan sistem pengendalian dapat meningkatkan kinerja operasional dan nilai kompetitif dari organisasi. Semakin meningkatnya kompleksitas pekerjaan, kompleksitas risiko, sumber risiko yang saling berkaitan satu sama lain, serta semakin berkembangnya teknik pengidentifikasian risiko dan teknologi informasi melatarbelakangi banyak organisasi untuk menerapkan manajemen risiko. Pada penelitian ini dilakukan analisis dan pengembangan prototipe aplikasi manajemen risiko. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancangan dan prototipe manajemen risiko yang dapat digunakan sebagai kertas kerja oleh *Risk Owner* dan *Risk Officer* dalam melakukan identifikasi, analisis, dan pembuatan rencana penanganan atas potensi risiko yang ada di departemennya. Penelitian dilakukan dalam tujuh tahapan, yaitu studi literatur, telaah dokumen dan proses bisnis saat ini, wawancara dan *Focus Group Discussion* bersama *stakeholder*, perancangan kebutuhan sistem manajemen risiko, pengembangan prototipe aplikasi, *Focus Group Discussion* untuk pengujian hasil pengembangan bersama *stakeholder*, dan penarikan kesimpulan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah rancangan kebutuhan sistem manajemen risiko berupa atribut, kriteria dampak, kriteria kemungkinan, nilai keefektifan kontrol saat ini, skor efektifitas kontrol saat ini, serta tingkat dan perlakuan risiko, dan dan prototipe aplikasi manajemen risiko telah selesai dibuat dan dievaluasi. Pada penelitian ini juga telah mengidentifikasi lima proses utama sistem manajemen risiko, yaitu penentuan sasaran dan target kerja departemen, identifikasi risiko, analisis risiko, mitigasi risiko, dan monitoring risiko.

Kata kunci: *Analisis risiko, ISO 31000, manajemen risiko, pemilik risiko, risiko*

Abstract: *The application of Risk Management in decision analysis and control systems can improve operational performance and competitive value of the organization. The increasing complexity of the work, the complexity of risk, the sources of risk are interrelated with one another, and the development of risk identification techniques and information technology is the background of many organizations for implementing risk management. In this research, the analysis and development of prototypes of risk management applications were carried out. The purpose of this study is to design and create prototype risk management that can be used as a worksheet by the Risk Owner and Risk Officer in identifying, analyzing, and making plans for handling potential risks in the department. The research was conducted in seven stages, namely the study of literature, study of documents and current business processes, interviews and Focus Group Discussions with stakeholders, the design of risk management system requirements, the development of application prototypes, Focus Group Discussions for testing the results of development with stakeholders, and drawing conclusions. The results obtained from this study are the design of risk management system requirements in the form of attributes, impact criteria, likelihood criteria, the value of the current effectiveness of the control, the effectiveness score of the current control, and the level and risk treatment. The prototype of the risk management application has been completed and evaluated. In this study, five main processes of the risk management system have been identified, namely the determination of departmental targets and work targets, risk identification, risk analysis, risk mitigation, and risk monitoring.*

Keywords: *ISO 31000, risk, risk analysis, risk management,* risk owner

I. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya kompleksitas pekerjaan, kompleksitas risiko, sumber risiko yang saling berkaitan satu sama lain, serta semakin berkembangnya teknik pengidentifikasian risiko dan teknologi informasi melatarbelakangi banyak organisasi untuk menerapkan manajemen risiko [1-2]. Penerapan Manajemen Risiko dalam analisis keputusan dan sistem pengendalian dapat meningkatkan kinerja operasional dan nilai dari organisasi [1,3-5]. Penelitian yang dilakukan oleh [6] menyimpulkan bahwa implementasi manajemen risiko pada organisasi skala kecil dan menengah dapat membantu organisasi untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan untuk mendapatkan keuntungan strategis, meningkatkan daya saing, dan mewujudkan kesuksesan bisnis. Pada penelitian [7] dilakukan analisis model kematangan untuk manajemen risiko di perusahaan rantai pasokan di Brazil. Hasil yang diperoleh adalah 32 perusahaan masih rendah kemampuan teknikal, transparasi, dan keterlibatan dalam mengimplementasikan manajemen risiko. Penelitian [8] menyimpulkan bahwa komitmen manajemen merupakan faktor strategis yang paling menentukan keberhasilan implementasi manajemen risiko.

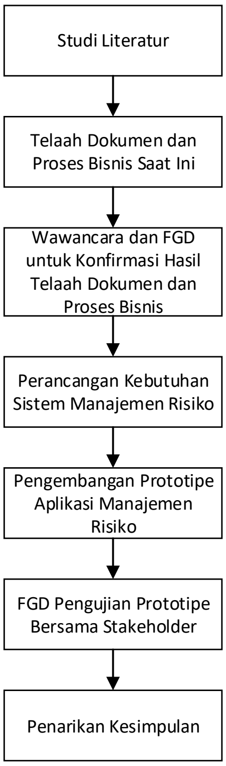
Copyright @ Matrix 2020

ISO 31000 merupakan standar manajemen risiko yang telah banyak digunakan oleh berbagai organisasi di dunia. Pada penelitian yang dilakukan oleh [2], disimpulkan bahwa sebelas prinsip dalam ISO 31000:2009 standar manajemen risiko sangat potensial untuk dijadikan basis *best practice* dan dapat mempercepat penerapan manajemen risiko. Penerapan ISO 31000 dilakukan oleh [9] untuk membangun model proses penilaian risiko terintegrasi yang dapat meningkatkan kinerja dan koordinasi aktivitas manajemen risiko di organisasi teknologi informasi. Penerapan standar ISO 31000 juga dilakukan pada manajemen risiko untuk rantai pasokan. Penelitian yang dilakukan oleh [10] menyimpulkan bahwa standar ISO 31000 dapat digunakan sebagai standar manajemen risiko untuk rantai pasokan.

Pada penelitian ini dilakukan analisis dan perancangan kebutuhan sistem manajemen risiko. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancangan sistem manajemen risiko yang dapat digunakan sebagai kertas kerja oleh *Risk Owner* dan *Risk Officer* dalam melakukan identifikasi, analisis, dan pembuatan rencana penanganan atas potensi risiko yang ada di departemennya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam tujuh tahapan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Pada tahap pertama, dilakukan studi terhadap referensi-referensi yang relevan dengan kebutuhan penelitian. Tahap kedua, dilakukan telaah dokumen manajemen risiko dan proses bisnis yang saat ini telah dilakukan. Tahap ketiga dilakukan wawancara dan *Focus Group Discussion* (FGD) bersama *stakeholder* untuk mengkonfirmasi hasil telaah dokumen dan pemetaan proses bisnis yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Tahap keempat dilakukan perancangan kebutuhan dari sistem manajemen risiko yang akan dibangun. Pada tahap ini dibuat rancangan data, kriteria, dan nilai yang akan digunakan dalam pengisian proses-proses yang ada dalam sistem manajemen risiko. Pada tahap kelima, dilakukan pengembangan prototipe aplikasi manajemen risiko dengan menggunakan pendekatan *waterfall*. Pemilihan pendekatan *waterfall* dikarenakan prototipe aplikasi yang akan dibangun sudah memiliki kebutuhan pengguna yang jelas dan lengkap, kompleksitasnya rendah, dan waktu pengembangannya sudah terdefinisi dengan jelas. Rancangan basis data dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Power Designer*. Prototipe aplikasi dibangun dengan berbasis web dan menggunakan bahasa pemrograman java dengan mesin basis data yang digunakan adalah MySql. Tahap keenam mencakup proses FGD bersama *stakeholder* untuk menguji kesesuaian prototipe aplikasi dengan kebutuhan pengguna. Tahap ketujuh meliputi proses pengambilan kesimpulan berdasarkan keseluruhan tahapan yang telah dilakukan menggunakan teknik deskriptif.



Gambar 1. Metodologi penelitian.

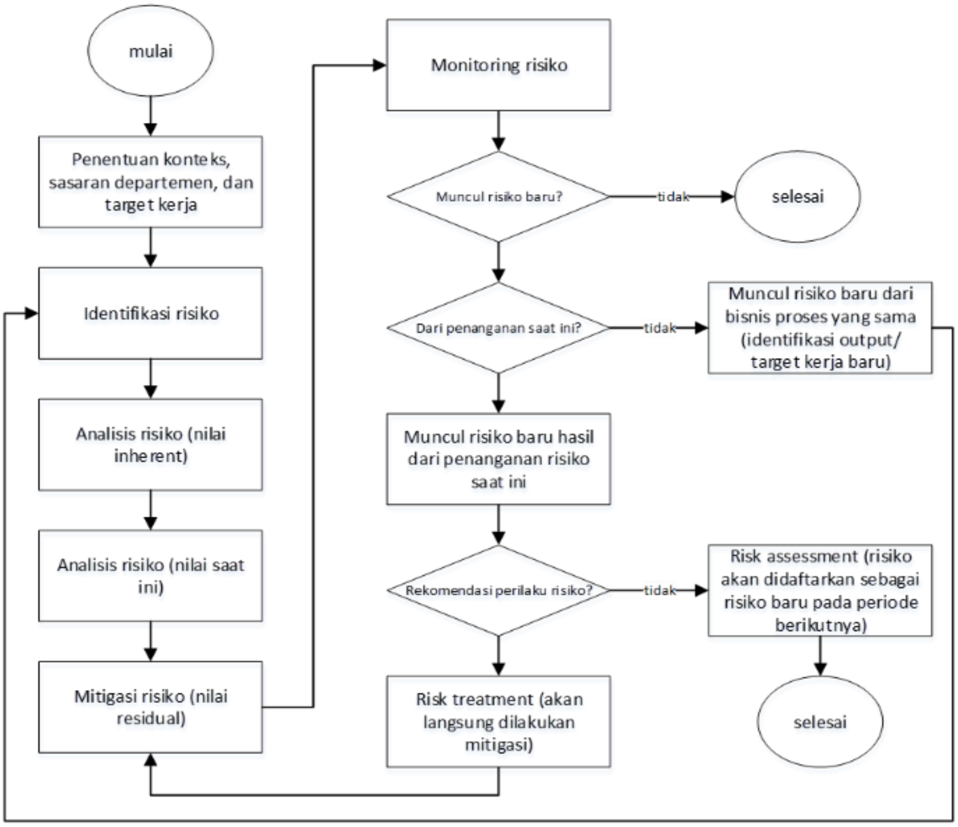
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 merupakan alur proses sistem manajemen risiko yang dihasilkan setelah kegiatan FGD bersama *stakeholder*. Terdapat lima proses utama pada sistem manajemen risiko, yaitu penentuan sasaran dan target kerja departemen, identifikasi risiko, analisis risiko, mitigasi risiko, dan monitoring risiko. Proses-proses yang ada pada Gambar 2 kemudian dilanjutkan dengan pembuatan rancangan data yang harus diisi dan aturan pengisiannya.

Pada proses penentuan sasaran dan target kerja departemen, setiap departemen yang ada dalam struktur organisasi harus menentukan target kerja dan sasarannya. Data-data yang diisikan pada proses ini adalah (i) fungsi kerja diisi dengan nama departemen, (ii) proses bisnis diisi dengan proses bisnis terkait dengan aktivitas sesuai *standar prosedur operasional* (SOP), (iii) target kerja diisi dengan hasil akhir yang diharapkan dari masing-masing SOP, dan (iv) sasaran yang diisi dengan rumusan sasaran berdasarkan target kerja yang memenuhi kriteria “SMART”. Yang dimaksud dengan “SMART” adalah *Specific Measurable Action oriented Relevan Timebound*. Sasaran yang akan dicapai harus jelas, terukur, diketahui bagaimana cara mencapainya, relevan dengan pemilik sasaran, dan jelas kapan sasaran tersebut diukur.

Proses identifikasi risiko utama terdiri dari lima data, yaitu kode risiko, peristiwa atau kejadian risiko, penyebab risiko, dampak risiko, dan area dampak. Kode risiko (*ID Risk*) merupakan nomor identitas risiko untuk departemen tertentu. Kode ini terdiri dari tujuh karakter dengan dua karakter awal merupakan kode

departemen, dua karakter berikutnya adalah nomor proses bisnis, dan dua karakter terakhir menunjukkan urutan kemunculan risiko. Peristiwa atau kejadian risiko diisi dengan hal-hal yang berpotensi menyebabkan kegagalan pencapaian sasaran yang dikelompokkan ke dalam enam aspek, yaitu manusia, fasilitas/sarana, anggaran/biaya, sistem/prosedur, material (info/data/jasa/bahan penunjang), dan ancaman dari lingkungan eksternal. Penyebab risiko diisi dengan akar masalah yang menyebabkan terjadinya peristiwa atau kejadian risiko. Dampak risiko diisi dengan potensi akibat yang dapat ditimbulkan oleh peristiwa atau kejadian risiko. Area dampak diisi dengan informasi area dampak yang ditimbulkan oleh dampak risiko. Area dampak yang ditimbulkan dapat dilihat pada Tabel 1. Terdapat empat area dampak yang didefinisikan, yaitu area keuangan, waktu, pelayanan, dan K3. Seperti dapat dilihat pada Tabel 1, setiap area dampak memiliki lima kriteria dampak, yaitu tidak signifikan, kecil, sedang, besar, dan katastropik. Setiap kriteria dampak diberi warna yang mewakili tingkat dampak.



Gambar 2. Alur proses sistem manajemen risiko.

Analisis risiko terbagi menjadi dua kelompok yaitu analisis risiko nilai inherent dan analisis risiko nilai saat ini. Analisis risiko (nilai inheren) memuat data mengenai kemungkinan, dampak, skor, dan kontrol saat ini. Dampak diisi dengan persentase dan nilai dari dampak setelah dianalisis (lihat Tabel 1). Apabila persentase dampak adalah 16% untuk area dampak waktu, maka nilai yang diisikan pada kolom skor adalah 2. Kemungkinan merupakan persentase dan nilai berdasarkan kriteria estimasi kemungkinan (lihat Tabel 2). Jika presentase kemungkinan terjadi risiko tersebut adalah 50%, maka nilai skor yang diisikan adalah 3. Skor (KxD) merupakan hasil pengalian antara nilai skor kemungkinan dengan nilai skor dampak. Skor (KxD) berisi nilai 6 yang merupakan hasil pengalian dari skor kemungkinan yang bernilai 3 dengan skor dampak yang bernilai 2. Kontrol saat ini diisi dengan tindakan manajemen atau aktifitas pekerjaan yang bersifat mengendalikan tingkat risiko terkait.

Analisis risiko (nilai saat ini) memuat data mengenai nilai keefektifan kontrol saat ini, nilai kontrol, tingkat risiko, prioritas risiko, dan tindakan manajemen. Nilai keefektifan kontrol saat ini diisi dengan hasil pengukuran tingkat keefektifan kontrol yang telah dilakukan saat ini (lihat Tabel 3). Nilai kontrol merupakan hasil penjumlahan nilai pengukuran keefektifan kontrol saat ini. Terdapat tiga pertanyaan untuk menilai keefektifan kontrol saat ini, yaitu (i) apakah kontrol yang dilakukan langsung menangani akar dari penyebab atau dampak? (ii) apakah kontrol saat ini sudah didokumentasikan dan dikomunikasikan? (iii) apakah kontrol saat ini ada di dalam operasi dan sudah diterapkan secara konsisten? Tingkat risiko merupakan hasil pengalian nilai kemungkinan dan dampak dengan memperhatikan Tabel 4. Karena skor nilai risiko saat ini adalah 6, maka risiko tersebut memiliki tingkat “Risiko Sedang”.

Prioritas Risiko dan Tindakan Manajemen diambil dari tabel 4 sesuai dengan tingkat risiko yang ditentukan. Proses mitigasi risiko berisikan informasi mengenai terkait kemungkinan, terkait dampak, target nilai risiko residual, dan tanggal jatuh tempo. Terkait kemungkinan adalah rencana mitigasi untuk mengurangi kemungkinan risiko tersebut muncul, sedangkan terkait dampak merupakan rencana mitigasi untuk mengurangi dampak dari risiko. Target nilai risiko residual merupakan nilai kemungkinan dan dampak yang diharapkan setelah dilakukan mitigasi terhadap risiko. Nilai kemungkinan dan nilai dampak dapat berubah (naik atau turun) setelah dilakukan mitigasi. Proses mitigasi risiko akan terus dilakukan sampai nilai risiko residual berada di angka yang dapat ditoleransi. Tanggal jatuh tempo merupakan target waktu mitigasi tersebut selesai dikerjakan.

Pada proses monitoring risiko, dilakukan pencatatan laporan monitoring dan tinjauan ulang dari kegiatan mitigasi risiko. Hal ini untuk menentukan apakah mitigasi risiko berhasil menurunkan nilai risiko ataukah menaikan nilai risiko atau bahkan menghasilkan risiko baru.

Tabel 1. Kriteria dampak risiko.

Area Dampak	1 Tidak Signifikan	2 Kecil	3 Sedang	4 Besar	5 Katastropik
Keuangan					
Anggaran biaya	Over Budget > 1% - 2%	Over Budget > 2% - 3%	Over Budget > 3% - 4%	Over Budget > 4% - 5%	Over Budget > 5%
Profit	Deviasi ≤ 1% dari target net profit	Deviasi > 1% - 5% dari target net profit	Deviasi > 5% - 10% dari target net profit	Deviasi > 10% - 20% dari target net profit	Deviasi > 20% dari target net profit
Waktu					
	Deviasi waktu penyelesaian > 10% - 15% dari rencana	Deviasi waktu penyelesaian > 15% - 20% dari rencana	Deviasi waktu penyelesaian > 20% - 25% dari rencana	Deviasi waktu penyelesaian > 25% - 30% dari rencana	Deviasi waktu penyelesaian > 30% dari rencana
Pelayanan					
	> 5% - 10% target hasil (output) pekerjaan tidak tercapai	> 10% - 15% target hasil (output) pekerjaan tidak tercapai	> 15% - 20% target hasil (output) pekerjaan tidak tercapai	> 20% - 25% target hasil (output) pekerjaan tidak tercapai	> 25% target hasil (output) pekerjaan tidak tercapai

Tabel 2. Kriteria kemungkinan risiko.

No	Frekuensi (dalam setahun)	Kriteria Risiko	Kriteria Kualitatif	Rating		
				Sebutan	Kode	Nilai
1	1 kali	Kemungkinan: 1% - 20%	Cenderung tidak mungkin terjadi	Sangat kecil	SK	1
2	3 kali	Kemungkinan: 21% - 40%	Kemungkinan kecil terjadi	Kecil	K	2
3	6 kali	Kemungkinan: 41% - 60%	Sama besar kemungkinan terjadi dan tidak terjadi	Sedang	S	3
4	8 kali	Kemungkinan: 61% - 80%	Kemungkinan besar terjadi	Besar	B	4
5	12 kali	Kemungkinan: 81% - 99%	Sangat mungkin pasti terjadi atau sering	Sangat besar	SB	5

Tabel 3. Nilai keefektifan kontrol saat ini

Nilai keefektifan kontrol saat ini	Ya	Sebagian	Tidak
Apakah kontrol yang dilakukan langsung menangani akar masalah dari penyebab atau dampak?	1	3	6
Apakah kontrol saat ini sudah didokumentasikan dan dikomunikasikan secara resmi?	1	2	3
Apakah kontrol saat ini ada didalam operasi dan sudah diterapkan secara konsisten?	1	2	3

Tabel 4. Perlakuan risiko.

Nilai Risiko	Tingkat Risiko	Prioritas Risiko	Tindakan Manajemen
15 - 25	Risiko sangat tinggi	1	Perlu perhatian direksi, penanganan langsung diawasi oleh direktur terkait
9 – 14	Risiko tinggi	2	Perlu perhatian Direktur, penanganan oleh Kepala Divisi/Cabang/setingkat
6 – 8	Risiko sedang	3	Perlu dibuat suatu prosedur untuk menangani dan memonitor risiko tersebut atau jika sudah ada SOP cukup menggunakan SOP rutin.
1 - 5	Risiko rendah	4	Tidak perlu penanganan khusus, hanya perlu dimonitor saja

Gambar 3 merupakan gambar *physical data model* dari basis data prototipe aplikasi manajemen risiko. Terdapat dua jenis tabel yang dibuat untuk aplikasi ini, yaitu tabel master dan tabel transaksi. Tabel master adalah tabel yang digunakan untuk menyimpan data-data yang frekuensi perubahannya rendah, sedangkan tabel transaksi adalah tabel yang digunakan untuk menyimpan data-data yang frekuensi perubahannya tinggi. Terdapat 13 tabel master (memiliki kode penama dan 4 tabel transaksi (TB_R_MONITORING_REVIEW, TB_R_RISIKO, TB_R_MITIGASI, TB_R_APPROVAL).

Prototipe aplikasi yang dikembangkan memiliki 44 fungsi yang terbagi ke dalam lima kelompok fungsi, yaitu *common*, *user managemen*, *master*, *transaction*, dan *report*. Beberapa contoh tampilan dari prototipe aplikasi ditunjukkan pada Gambar 4 sampai Gambar 9.

Gambar 4 merupakan tampilan untuk identifikasi risiko. Tampilan ini digunakan oleh *Risk Owner* untuk mendaftarkan risiko yang ada di departemennya. *Risk Owner* harus mendeskripsikan penyebab risiko berdasarkan enam aspek, yaitu manusia, fasilitas/sarana, anggaran/biaya, sistem/prosedur, material (info/data/jasa/bahan penunjang), dan ancaman dari lingkungan eksternal. Dampak risiko harus dituliskan dengan jelas dan lengkap karena akan digunakan sebagai dasar analisis risiko.

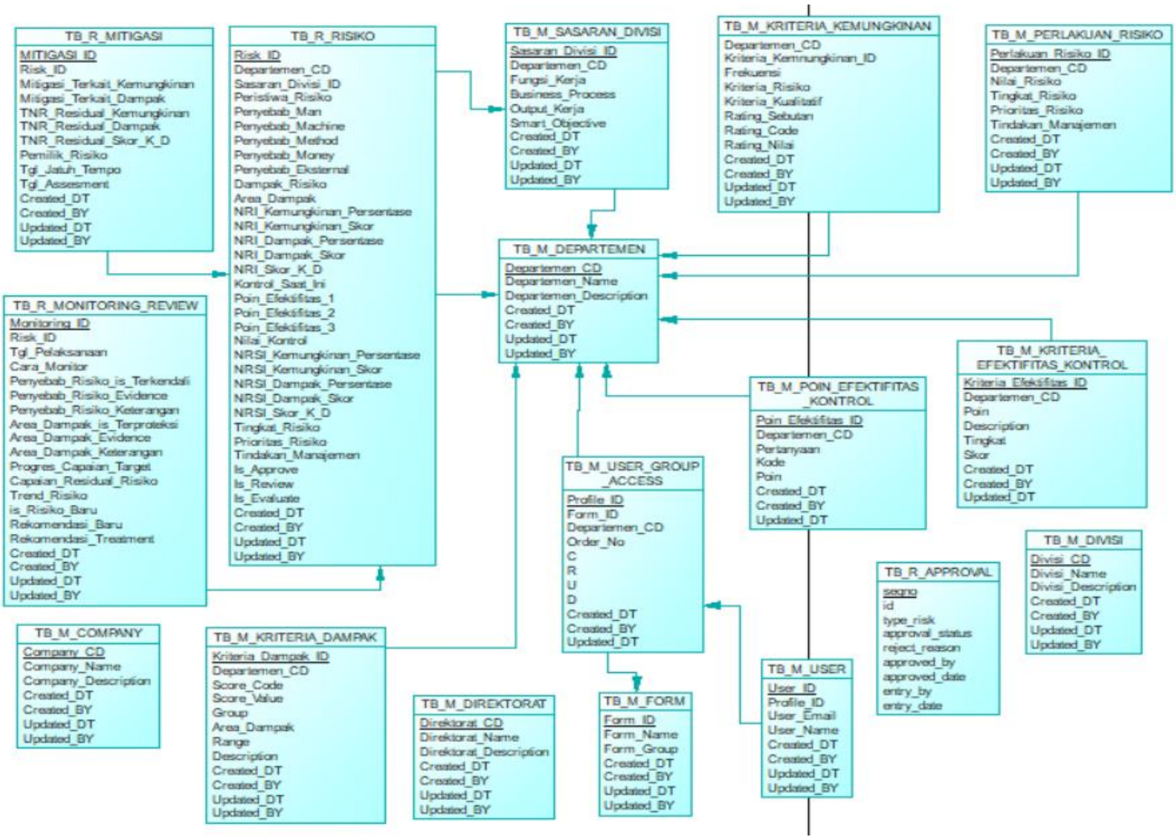
Gambar 5 menampilkan hasil pengembangan untuk proses analisis dan evaluasi risiko. Pada tampilan ini, risiko yang telah diidentifikasi dianalisis nilai dampak dan kemungkinan dari risiko tersebut.

Gambar 6 menampilkan daftar risiko yang harus dimitigasi oleh pengguna tertentu. Warna pada risiko menunjukkan tingkat risiko. Untuk risiko yang memiliki tingkat risiko sangat tinggi, diberi warna merah, risiko tingkat tinggi diberi warna orange, risiko tingkat sedang diberi warna kuning, dan risiko tingkat rendah diberi warna hijau. Risiko ditampilkan terurut berdasarkan tingkat risikonya.

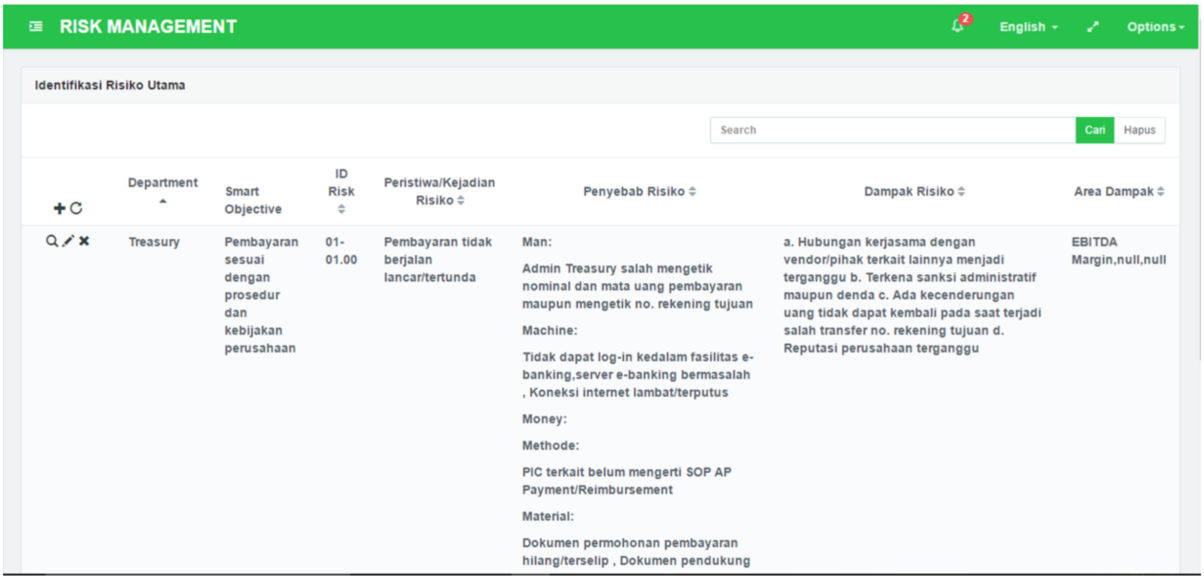
Gambar 7 menampilkan tampilan laporan detil risiko yang terdapat pada setiap departemen. Pada bagian atas tampilan, terdapat tiga *diagram pie* yang menunjukkan proporsi risiko berdasarkan tingkat risiko pada nilai *inherent*, *current*, dan *residual*.

Gambar 8 menampilkan ringkasan risiko dari setiap departemen. Pada tampilan ini terdapat nama departemen, nama risiko, nilai *inherent*, nilai *current*, dan nilai *residual* dari risiko tersebut. Warna pada nilai tersebut menunjukkan tingkat risiko.

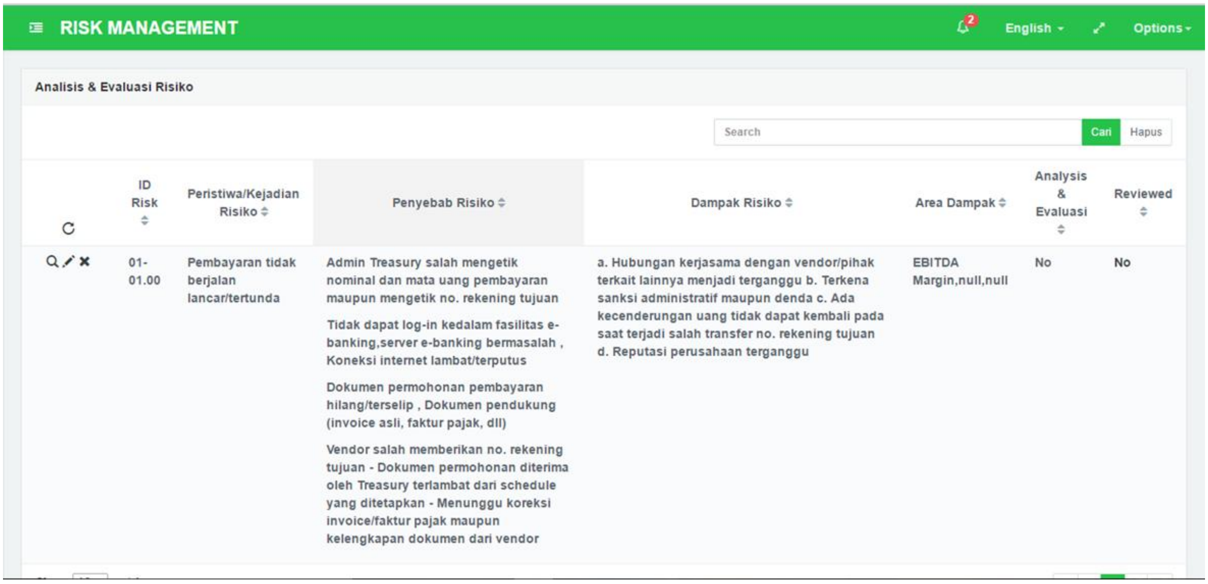
Gambar 9 menampilkan notifikasi pesan yang diterima oleh setiap pengguna aplikasi. Setiap pesan dapat diklik untuk melihat detil pesan.



Gambar 3. Rancangan basis data prototipe aplikasi manajemen risiko.

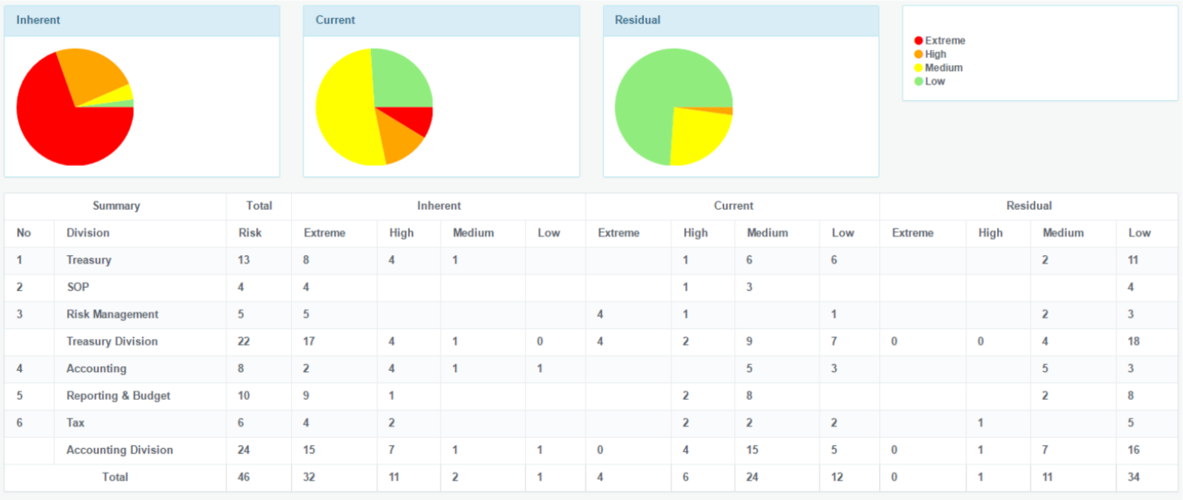


Gambar 4. Tampilan prototipe aplikasi untuk identifikasi risiko.



Gambar 5. Tampilan prototipe aplikasi untuk analisis dan evaluasi risiko.

Gambar 6. Tampilan prototipe aplikasi untuk daftar mitigasi risiko yang dialokasikan ke PIC.

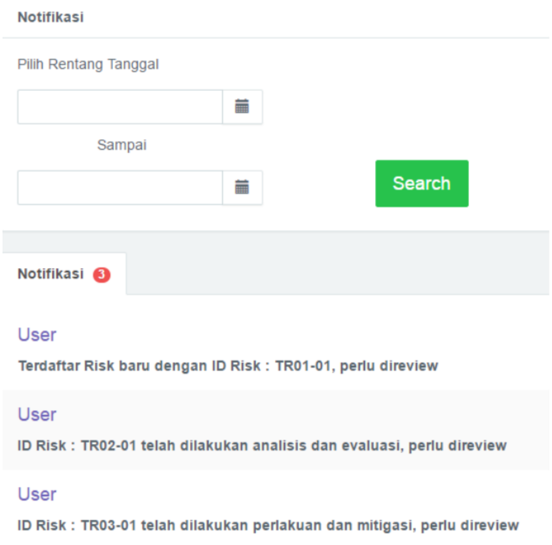


Summary		Total	Inherent				Current				Residual			
No	Division	Risk	Extreme	High	Medium	Low	Extreme	High	Medium	Low	Extreme	High	Medium	Low
1	Treasury	13	8	4	1			1	6	6			2	11
2	SOP	4	4					1	3					4
3	Risk Management	5	5				4	1		1			2	3
	Treasury Division	22	17	4	1	0	4	2	9	7	0	0	4	18
4	Accounting	8	2	4	1	1			5	3			5	3
5	Reporting & Budget	10	9	1				2	8				2	8
6	Tax	6	4	2				2	2	2		1		5
	Accounting Division	24	15	7	1	1	0	4	15	5	0	1	7	16
Total		46	32	11	2	1	4	6	24	12	0	1	11	34

Gambar 7. Tampilan prototipe aplikasi untuk laporan detil risiko berdasarkan departemen.

No	Divisi	Risk	Inherent Risk	Current Risk	Residual Risk
1	Treasury	Rugi karena selisih kurs terkait dengan pengambilan pinjaman dalam mata uang USD, minimal	15	6	6
2	Accounting	Pemeriksaan pajak, kebaratan dan banding tidak berlangsung dengan baik dengan biaya yang besar	25	12	9
3	IT	Aplikasi backup tidak running sesuai schedule	15	10	4
4	Marketing	No customer reporting dashboard & analytical capabilities ready	20	16	6
5	Internal Audit	Risk profile yang menjadi dasar perencanaan audit tidak mencerminkan kondisi sesungguhnya	20	16	4

Gambar 8. Tampilan prototipe aplikasi untuk laporan risiko berdasarkan departemen.



Gambar 9. Tampilan prototipe aplikasi untuk notifikasi pesan.

Pengujian prototipe aplikasi dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu *unit test*, *integration test*, dan *user acceptance test*. *Unit test* dilakukan secara *black box* untuk menguji kinerja setiap fungsi yang ada pada prototipe. Kegiatan pengujian ini menggunakan data manajemen risiko yang sebelumnya sudah dilakukan di *stakeholder*. *Integration test* dilakukan untuk menguji kinerja keseluruhan fungsi pada prototipe aplikasi, apakah sesuai dengan dengan persyaratan dari *stakeholder*. Pada tahap ini, dibuat skenario pengujian

beserta data uji berdasarkan kasus-kasus risiko yang sering terjadi di lingkungan *stakeholder*. *User acceptance test* dilakukan melalui kegiatan FGD bersama *stakeholder*. Pengguna utama dari manajemen risiko melakukan pengujian secara langsung pada prototipe aplikasi yang telah dibuat. Pada kegiatan pengujian ini, telah dilakukan perbaikan *code* (*bug fixing*) terhadap fungsi-fungsi yang belum sesuai dengan persyaratan pengguna.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah diidentifikasi lima proses utama sistem manajemen risiko, yaitu penentuan sasaran dan target kerja departemen, identifikasi risiko, analisis risiko, mitigasi risiko, dan monitoring risiko. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah rancangan kebutuhan sistem manajemen risiko berupa atribut, kriteria dampak, kriteria kemungkinan, nilai keefektifan kontrol saat ini, skor efektifitas kontrol saat ini, serta tingkat dan perlakuan risiko.

Prototipe aplikasi manajemen risiko telah dibangun dan telah diuji coba oleh *stakeholder* yang merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang *distribution*, *retail*, dan *aftermarket*. Fungsi yang dibangun pada prototipe untuk penentuan sasaran dan target kerja departemen, identifikasi risiko, analisis risiko, mitigasi risiko, dan monitoring risiko telah sesuai dengan kebutuhan stakeholder. Fungsi-fungsi tambahan yang dibangun seperti notifikasi pesan dan pengingat (*reminder)* sangat membantu pengguna dalam menjalankan pemantauan risiko.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Lechner and N. Gatzert, “Determinants and value of enterprise risk management: empirical evidence from Germany,” *Eur. J. Financ.*, vol. 24, no. 10, pp. 867–887, 2018.

[2] A. Olechowski, J. Oehmen, W. Seering, and M. Ben-Daya, “The professionalization of risk management: What role can the ISO 31000 risk management principles play?,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 34, no. 8, pp. 1568–1578, 2016.

[3] J. Sax and T. J. Andersen, “Making Risk Management Strategic: Integrating Enterprise Risk Management with Strategic Planning,” *Eur. Manag. Rev.*, vol. 16, no. 3, pp. 719–740, 2019.

[4] C. Florio and G. Leoni, “Enterprise risk management and firm performance: The Italian case,” *Br. Account. Rev.*, vol. 49, no. 1, pp. 56–74, 2017.

[5] C. Callahan and J. Soileau, “Does Enterprise risk management enhance operating performance?,” *Adv. Account.*, vol. 37, pp. 122–139, 2017.

[6] J. Brustbauer, “Enterprise risk management in SMEs: Towards a structural model,” *Int. Small Bus. J. Res. Entrep.*, vol. 34, no. 1, pp. 70–85, 2016.

[7] F. L. Oliva, “A maturity model for enterprise risk management,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 173, pp. 66–79, 2016.

[8] K. Oliveira, M. Méxas, M. Meiriño, and G. Drumond, “Critical success factors associated with the implementation of enterprise risk management,” *J. Risk Res.*, vol. 22, no. 8, pp. 1004–1019, 2019.

[9] B. Barafort, A.-L. Mesquida, and A. Mas, “ISO 31000-based integrated risk management process assessment model for IT organizations,” *J. Softw. Evol. Process*, vol. 31, no. 1, 2018.

[10] U. R. de Oliveira, F. A. S. Marins, H. M. Rocha, and V. A. P. Salomon, “The ISO 31000 standard in supply chain risk management,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 151, pp. 616–633, 2017.

Matrix Desain Program Simulasi Unjuk Kerja Kode Walsh Pada Kanal Multipath Fading

Made Arya Putra Kusuma, Nyoman Pramaita, I Made Oka Widyantara, I Gusti Agung Komang Diafari Djuni Hartawan
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Udayana
aryaputrakusuma1998@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan jumlah komponen *multipath* pada unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *multipath fading* melalui simulasi dengan menggunakan *software* Matlab. Hasil simulasi ditinjau dari parameter *Bit Error Rate* (BER) vs *Energy Bit per Noise* (Eb/No). Dari simulasi dilihat perbandingan performasi sistem komunikasi unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *multipath fading* yang dihasilkan dengan memvariasikan jumlah komponen *multipath* dengan jumlah 2, 4, 6 dan 8. Sistem ini dibandingkan dengan menggunakan kanal *flat fading* dalam kondisi yang ideal. Hasil dari simulasi menunjukkan performansi sistem komunikasi unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *multipath fading* mengalami peningkatan nilai BER pada saat jumlah komponen *multipath* ditambahkan. Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah komponen *multipath* yang digunakan, maka semakin banyak juga jumlah sinyal pantul yang menginterferensi sinyal yang diinginkan di penerima.

Kata kunci: BER, Eb/No, *komponen multipath, spread spectrum.*

Abstract: *The purpose of this study was determine the effect of changes in the number of multipath components on the performance of the Walsh code on multipath fading channels through simulations using Matlab software where the simulation results are viewed from values and graphics Bit Error Rate (*BER*) versus Energy Bit per Noise (Eb / No). From the simulation it will be seen a comparison of the performance of the communication system of the Walsh code performance on the multipath fading channel generated by varying the number of multipath components by the number 2, 4, 6 and 8. This system is compared by first simulating using a flat fading channel in ideal conditions. The results of the simulation show that the performance of the Walsh code performance communication system on multipath fading channels has increased* BER *value when the number of multipath components is added. This is due to the greater number of multipath components to be used, so the greater number of reflected signals will interfere with the desired signal at the receiver.*

Keywords: BER, Eb/No, *multipath components, spread spectrum.*

I. PENDAHULUAN

Sistem C*ode Division Multiple Access* (CDMA) adalah suatu aplikasi yang memanfaatkan teknik *spread spectrum* dengan menggunakan kode penebar tiap *user*-nya yang sudah ditentukan [1-2]. Sinyal spektrum yang menyebar telah digunakan untuk komunikasi yang aman, sistem komando dan kontrol selama beberapa dekade. Dalam sistem d*irect sequence spread spectrum* (DSSS), simbol dimodulasi oleh urutan *pseudo-noise* (PN) sebelum transmisi [3]. Kode *pseudo-noise* yang memiliki sifat independen dari data informasi, sering dipakai sebagai bentuk aliran modulasi untuk proses yang disebut dengan *spreading* dimana energi sinyal melalui *bandwidth* akan lebih besar daripada *bandwidth* informasi sinyal.

Komunikasi DSSS memiliki keunggulan keterbukaan informasi, *anti-multipath,* interferensi penahan akses ganda, alokasi saluran yang fleksibel, dan sebagainya. DSSS telah diterapkan secara luas dalam sistem komunikasi satelit, komunikasi seluler generasi ketiga, telekomunikasi militer dan lain-lain dalam beberapa tahun terakhir, teori dan metode komunikasi *spread spectrum* telah banyak dikembangkan memberikan hasil simulasi dan menunjukkan bahwa sistem dapat meningkatkan laju transmisi informasi dalam satuan *bandwidth* melalui peningkatan panjang kode penyebar dan SNR [4]. Kode orthogonal adalah bagian integral dari sistem komunikasi berbasis spektrum urutan langsung. Sifat kode yang orthogonal memastikan bahwa banyak pengguna berkomunikasi melalui saluran dengan gangguan minimal. Kode ortogonal populer dengan konstruksi yang didefinisikan dengan baik termasuk kode *Walsh Hadamard* [5].

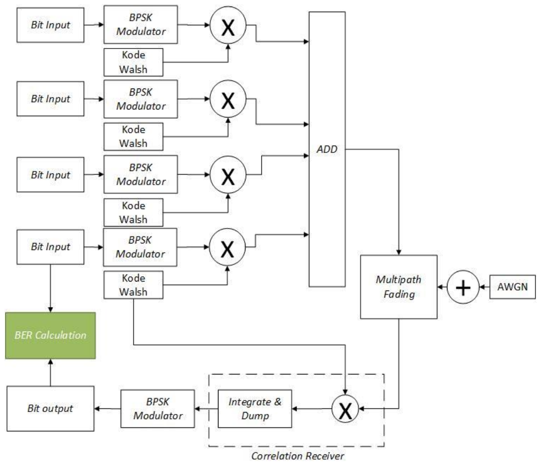
Untuk mencegah interferensi bersama, maka digunakan kode penebar. Kode penebar ini digunakan untuk memisahkan pengguna secara individu. Tetapi kemudian muncul masalah yaitu sering terjadi korelasi antar kode penebar yang digunakan oleh setiap pengguna. Untuk itu diperlukan penggunaan kode penebar yang tepat, yaitu kode yang memiliki nilai autokorelasi yang tinggi dan nilai cross-korelasi yang kecil. Sehingga interferensi bersama antar pengguna dapat diminimalisir. Pada penelitian ini mensimulasikan unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *multipath fading,* dengan pengujian *multiuser* menggunakan sampel 4 user sebagai pengujian. Pengujian ini menggunakan teknik modulasi digital

binary phase shift keying (BPSK) karena modulasi tersebut dalam penggunaannya lebih mudah mengubah nilai *bit*.

II. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini, penulis mengusulkan metode untuk menguji unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *multipath fading* dengan menggunakan simulasi MATLAB Versi 2014a. Pengujian unjuk kerja kode *Walsh* ini mencakup kinerja BER dari urutan kode *Walsh* melalui kanal *Reyleigh* dan ditambah *noise* berupa AWGN (*Addictive White Gaussian Noise*). *Autocorrelation function* dan *Crosscorrelation function* kode digunakan sebagai tolak ukur unjuk kerja kode *Walsh*.

Blok diagram model simulasi yang digunakan ditunjukkan dalam Gambar 1. Simulasi ini dilakukan pada kondisi kanal *Multipath fading*.



Gambar 1. Block diagram untuk simulasi unjuk kerja kode *Walsh*.

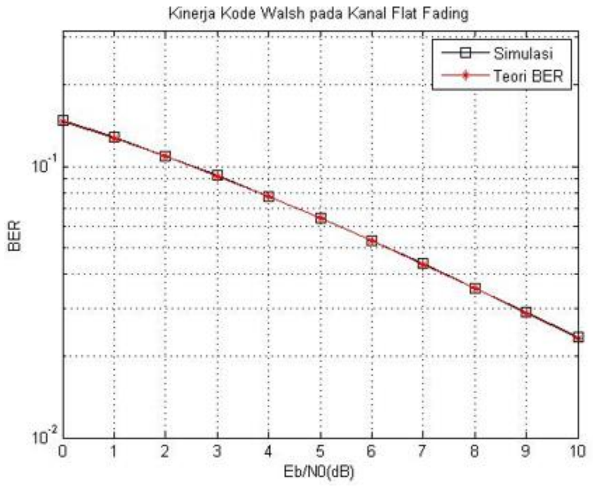
Berdasarkan blok diagram model simulasi yang ditunjukan pada Gambar 1, simulasi unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *multipath fading* diasumsikan dengan membangkitkan bit secara acak sejumlah 1.000.000 bit, Modulasi yang digunakan yaitu BPSK, jumlah *user* yang digunakan sebanyak 4 *user*. Simulasi ini menggunakan panjang kode yang diasumsikan sebesar 8 *chip*. Penerima yang digunakan adalah *correlation receiver*. Jumlah komponen *multipath* yang diasumsikan yaitu 2, 4, 6 dan 8. Rentang nilai Eb/No yang digunakan dari 0 hingga 10 dB. Jenis kanal yang digunakan Rayleigh *fading* dengan ditambah AWGN.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *frequency selective fading* dengan memvariasikan jumlah komponen *multipath* yaitu 2, 4, 6, dan 8. Berdasarkan nilai BER berbanding Eb/No. Nilai Eb/No yang digunakan untuk melihat unjuk kerja *Walsh* pada kanal *multipath fading* yaitu memiliki rentang 0 sampai 10 dB. Panjang kode yang digunakan sebesar 8 *chip*.

A. *Hasil Simulasi Unjuk Kerja Kode Walsh pada Kanal Flat Fading*

Simulasi unjuk kerja dari kode *Walsh* pada *flat fading* dilakukan untuk mengetahui bahwa simulasi kode *Walsh* yang bekerja pada kanal *frequency selective fading* sudah baik dan benar. Pada simulasi ini karena menggunakan *flat fading* dengan karakteristik yang ideal, maka digunakan komponen *multipath* berjumlah 1.



Gambar 2. Hasil simulasi unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *flat fading*.

Tabel 1. Perbandingan hasil simulasi dengan teori.

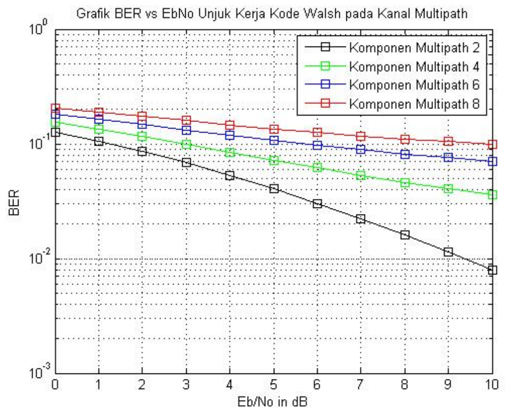
Eb/No (dB)	Bit Error Rate (BER) Simulasi	Bit Error Rate (BER) *Theory Flat*
0	0,1474	0,1464
1	0,1277	0,1267
2	0,1092	0,1085
3	0,0924	0,0919
4	0,0776	0,0771
5	0,0646	0,0642
6	0,0534	0,0530
7	0,0438	0,0435
8	0,0357	0,0355
9	0,0289	0,0288
10	0,0234	0,0233

Simulasi dengan menggunakan kanal *flat fading* dilakukan untuk menunjukkan bahwa sistem unjuk kerja kode *Walsh* dapat bekerja dengan baik pada kanal *frequency selective fading*. Berdasarkan pada Gambar 2 dan Tabel 1 dapat dilihat sebuah grafik serta nilai BER yang ditunjukkan berdasarkan nilai Eb/No pada sistem unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *flat fading* yang dibandingkan berdasarkan teori *flat* yang ada. Berdasarkan Gambar 2, hasil *trend* maupun nilai BER yang dihasilkan pada Tabel 1 memiliki perbedaan yang tidak signifikan dikarenakan ada perusakan informasi yang dikirimkan pada kanal dan pada AWGN. Hal ini menunjukkan bahwa simulasi unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *flat fading* yang dilakukan sudah bekerja

dengan baik, sehingga dapat digunakan pada kanal *frequency selective fading*.

B. Analisis Perbandingan Hasil Simulasi

Simulasi unjuk kerja kode *Walsh* dalam kanal *frequency selective fading* dengan memvariasikan jumlah komponen *multipath*, dilakukan untuk mengetahui pengaruh jumlah komponen *multipath* terhadap kinerja kode *Walsh*. Pada simulasi ini akan digunakan komponen *multipath* berjumlah 2, 4, 6 dan 8. Pada penelitian ini, masing – masing simulasi dilakukan dengan menggunakan panjang kode *Walsh* dalam proses *spreading* dan *dispreading* yang sama, yaitu 8, dengan tujuan agar dapat memahami dampak perubahan jumlah komponen *multipath* pada unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *frequency selective fading*. Nilai komponen *multipath* yang dibangkitkan secara acak *Rayleigh* berdasarkan waktu *sampling* dalam satuan *ms* dengan nilai *average path gains* secara acak dalam satuan dB.



Gambar 3. Hasil simulasi unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *frequency selective fading* dengan variasi jumlah komponen *multipath* berdasarkan nilai BER vs Eb/No.

Tabel 1. Perbandingan hasil simulasi dengan teori.

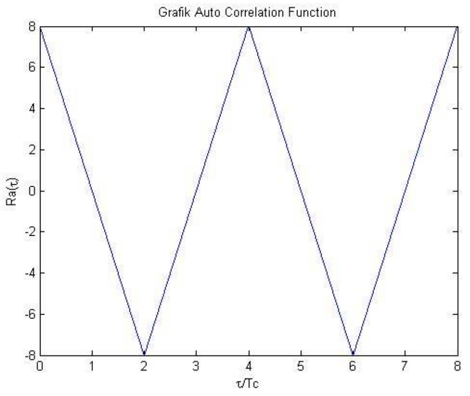
Eb/No (dB)	***Bit Error Rate* (BER)**			
	2	**4**	**6**	**8**
0	0,1259	0,1533	0,1816	0,2062
1	0,1049	0,1335	0,1637	0,1892
2	0,0854	0,1155	0,1155	0,1735
3	0,0682	0,0994	0,1322	0,1593
4	0,0531	0,0847	0,1191	0,1466
5	0,0406	0,0723	0,1075	0,1353
6	0,0303	0,0618	0,0975	0,1257
7	0,0222	0,0533	0,0891	0,1174
8	0,0160	0,0462	0,0817	0,1101
9	0,0114	0,0405	0,0755	0,1042
10	0,0080	0,0361	0,0704	0,0989

Berdasarkan Gambar 3, variasi yang dilakukan dengan jumlah komponen *multipath* yaitu 2, 4, 6 dan 8. Tujuannya agar dapat mengetahui pengaruh dari perubahan jumlah komponen *multipath* terhadap kinerja serta kualitas dari kode *Walsh* pada kanal *frequency selective fading*. Berdasarkan pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa unjuk kerja dari simulasi kode *Walsh* pada *kanal frequency selective fading* yang paling baik adalah simulasi yang memiliki jumlah komponen *multipath* 2 dibandingkan dengan nilai yang memiliki komponen *multipath* 4, 6 dan 8, dan yang paling buruk adalah simulasi yang memiliki komponen *multipath* 8. Hal ini dibuktikan dengan melihat nilai BER pada Tabel 1, pada saat Eb/No yang sama (sebagai contoh akan menggunakan nilai Eb/No = 3) dengan penambahan jumlah komponen *multipath*, simulasi menggunakan komponen *multipath* 2 memiliki nilai BER 0,0682, sedangkan simulasi yang menggunakan komponen *multipath* 4 memiliki nilai BER 0,0994, simulasi yeng menggunakan komponen *multipath* 6 memiliki nilai BER 0,1322 dan simulasi yeng menggunakan komponen *multipath* 8 memiliki nilai BER 0,1593.

Berdasarkan simulasi yang dijalankan, penambahan jumlah komponen *multipath* berbanding lurus dengan besarnya nilai *Bit Error Rate*. Hal ini dapat terjadi karena penambahan jumlah komponen *multipath* yang menyebabkan *delay spread* yang mengakibatkan interferensi antar sinyal *multipath* dengan sinyal yang diharapkan di penerima dengan waktu kedatangan yang bervariasi sehingga penerima akan menggabungkan seluruh sinyal *multipath* dan memperoleh resultan sinyal yang bervariasi. Pada penerimaan sinyal informasi dengan sinyal *multipath* yang telah digabungkan akan menyebabkan kesalahan *Bit* yang diterima.

C. Autocorrelation Function Kode Walsh

Unjuk kerja kode spread dapat di lihat pada grafik *Autocorrelation Function* (ACF). Disini pergeseran waktu nol merupakan sinyal yang diharapan oleh penerima yang memiliki nilai autokorelasi maksimum karena nilai-nilai tersebut diperoleh dari korelasi antara urutan kode dengan salinan dirinya yang memiliki struktur *chip* yang sama dengan yang asli. Namun, pada pergeseran waktu non-nol, nilai autokorelasi tidak maksimal karena struktur *chip* yang berbeda antara dua urutan kode.



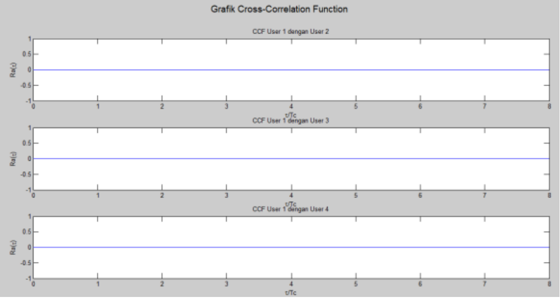
Gambar 4. Grafik ACF.

Jika level sinyal pada pergeseran waktu non-nol memiliki nilai, maka nilai tersebut merupakan nilai sinyal pengganggu yang akan menginterferensi sinyal

waktu 0 atau sinyal yang diharapkan. Berdasarkan Gambar 4, pada saat nilai pergeseran waktu 2, 4, 6 dan 8 memiliki nilai level sinyal pengganggu dan nilai tersebut dapat menginterferensi sinyal yang akan diterima pada penerima. Berdasarkan grafik autokorelasi yang diperoleh, maka unjuk kerja kode *Walsh* berdasarkan fungsi autokorelasi terbilang buruk karena banyaknya nilai sinyal yang menginterferensi pada sinyal waktu 0.

D. Crosscorrelation Function Kode Walsh

Berdasarkan Gambar 5, nilai-nilai korelasi silang dengan *user* lainnya. Pada simulasi menggunakan 4 kode indeks yang berbeda dengan mengambil kode indeks secara acak.



Gambar 5. Grafik *crosscorrelation function* antara *user*.

Berdasarkan hasil perhitungan korelasi silang, didapatkan nilai korelasi silang yaitu 0 atau berarti tidak ada interferensi dari user lainnya. *Crosscorrelation* pada empat kode indeks tersebut pada pergeseran waktu nol (tanpa adanya pergeseran *chip*) bernilai nol, karena kode orthogonal didefinisikan sebagai kode yang memiliki *cross correlation* bernilai nol pada pergeseran waktu nol (tanpa adanya pergeseran *chip*) [1]. Dari grafik korelasi silang yang diperoleh, maka unjuk kerja kode *Walsh* berdasarkan fungsi korelasi silang terbilang baik karena tidak terdapat nilai sinyal yang dapat menginterferensi dari *user* lainnya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi unjuk kerja kode *Walsh* pada kanal *multipath fading* yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Unjuk kerja kode *Walsh* sangat dipengaruhi oleh jumlah komponen *multipath*, hal tersebut terjadi disebabkan oleh adanya interferensi antara sinyal *multipath* dengan sinyal yang diharapkan di penerima dengan waktu kedatangan yang bervariasi. Sehingga pada penerima akan menggabungkan seluruh komponen *multipath* yang diterima dan memperoleh resultan sinyal yang bervariasi.
2. Kode *Walsh* memiliki unjuk kerja yang buruk dilihat dari ACF, dimana level sinyal yang menginterferensi bernilai sama dengan sinyal yang diharapkan di penerima. Akan tetapi kode *Walsh*, memiliki unjuk kerja yang baik dilihat dari *crosscorrelation function* yang dimana pada penelitian ini tidak ada interferensi terhadap dari user lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini, sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Pramaita, “Unjuk Kerja Kode Hybrid Orthogonal Small Set,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 1, 2016.

[2] N. Pramaita, and P. L. Johnson, “Novel Hybrid Orthogonal Large Set Code Sequence for High Density Wireless Networks,” *Journal of Proceedings Series 1*, 2014.

[3] Y. Peng, B. Tang, and M. Lü, “Fast Method for Spreading Sequence Estimation of DSSS Signal Based on Maximum Likelihood Function,” *Journal of Systems Engineering and Electronics*, vol. 21, no. 6, 2010.

[4] Y-H. Zhu, P-H. Zhang, and Ming-yuan Deng, “Simulation research on direct sequence spread spectrum communication system over Rayleigh Fading Channels,” *In Proceedings of 2011 International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology*, vol. 8, 2011.

[5] S. Jos, J. P. Nair, D. Sen, and A Naniyat, “Method of generating multiple sets of orthogonal codes with wide choice of spreading factors,” *IEEE Wireless Communications Letters*, vol. 1, no. 5, 2012.

Desain Program Simulasi Unjuk Kerja Kode PN Pada Kanal Multipath Fading

Putra Yudhanata Pratama, Nyoman Pramaita, Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti, I Gusti Agung Komang Diafari Djuni Hartawan
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Udayana
putrayudhanata@gmail.com

Abstrak: Halangan pada *Line of Sight* (LOS) dapat menyebabkan difraksi (pembelokan), refleksi (pemantulan), dan *scattering* (penghamburan) pada sinyal informasi dimana akan mengurangi kualitas sinyal informasi yang diterima pada sisi penerima. Hal tersebut mengakibatkan adanya sifat konstruktif maupun destruktif pada sinyal di sisi penerima. Contoh sifat destruktif yang sering terjadi yakni *fading* dan *delay*. Sistem penerima *correlation receiver* diimplementasikan guna mengatasi masalah yang timbul akibat efek dari *multipath fading*. Untuk memperoleh sinyal dengan nilai error minimum, maka diperlukan analisis terkait proses transmisi pada masing-masing komponen *multipath*. Hasil analisis diperoleh bahwa unjuk kerja dari Kode PN (*Pseudo Noise*) pada kanal *frequency selective fading* yang lebih baik adalah variasi komponen *multipath* = 3 dibandingkan dengan variasi komponen *multipath* = 6 dan yang paling buruk adalah variasi komponen *multipath* = 7. Hal ini dibuktikan dengan melihat nilai *Bit Error Rate* (BER) saat *Energy Per Bit To Noise Power Spectral Density Ratio* (Eb/No) = 10 dengan komponen *multipath* = 3 memiliki nilai BER 0,00368, sedangkan komponen *multipath* = 6 dan komponen *multipath* = 7 memiliki nilai BER berturut – turut adalah 0,00386 dan 0,00507. Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat diambil simpulan bahwa jumlah komponen *multipath* yang ada berpengaruh terhadap kualitas sinyal yang diterima.

Kata kunci: *kanal nirkabel, correlation receiver, multipath fading.*

Abstract: *Barriers to the Line of Sight (*LOS*) can cause diffraction, reflection and scattering of information signals which will reduce the quality of information received on the receiving side. This results in a constructive and destructive nature of the signal at the receiving end. Examples of destructive properties that often occur are fading and delay. The receiver correlation system is implemented to overcome the problems that arise due to the effects of multipath fading. To obtain a signal with a minimum error value, an analysis is needed related to the transmission process for each multipath component. The analysis results show that the performance of the PN code (Pseudo Noise) on the frequency selective fading channel is best when the multipath component variation = 3 compared to multipath component variation = 6, and the worst is multipath component variation = 7. This is proved by the value of* BER *when* Eb/No *= 10 with multipath component = 3 has* BER *value of 0.00368, while multipath component = 6 and multipath component = 7 have* BER *values of 0.00386 and 0.00507 respectively. Based on these results it can be concluded that the number of multipath components have an effect on the quality of the received signal.*

Keywords: *wireless channel, correlation receiver, multipath fading*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang komunikasi jaringan nirkabel sudah berkembang sangat pesat hingga saat ini. Perkembangan yang terjadi mengakibatkan peningkatan jumlah permintaan (*demand*) dan kebutuhan pengguna akan jaringan yang digunakan. Peningkatan tersebutlah yang mendorong munculnya teknologi-teknologi baru yang menunjang kebutuhan pengguna tersebut agar tercapainya kualitas layanan yang baik. Teknologi tersebut dapat menyediakan layanan dengan kecepatan transfer data yang cepat (*high data rate*), handal (*reliable*), dan efisien. Selain itu pada jaringan nirkabel, kualitas maupun perfomansi sistem juga ditentukan berdasarkan banyaknya kanal yang digunakan dan faktor lingkungan yang selalu bersifat dinamis, serta bervariasi terhadap waktu nantinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi perfomansi kinerja sistem komunikasi jaringan nirkabel seperti *Line of Sight* (LOS). suatu teknik pentransmisian sinyal dimana antara dua terminal yang saling berhubungan benar-benar tidak ada *obstacle* yang menghalanginya (bebas pandang) sehingga sinyal dari pengirim dapat langsung mengarah dan diterima di sisi penerima disebut *Line of Sight* (LOS).

Semakin banyak objek atau benda yang menghalangi interaksi antara pemancar dan penerima dapat menyebabkan difraksi (pembelokan), refleksi (pemantulan), dan *scattering* (penghamburan) pada gelombang informasi yang digunakan saat komunikasi berlangsung nantinya. Faktor tersebut sanagt berpengaruh dalam kinerja dari komunikasi jaringan nirkabel kaerna gelombang elektromagnetik yang ditransmisikan menggunakan jalur yang berbeda dengan jarak yang cenderung variatif [1-3]. Sinyal yang tiba pada sisi penerima adalah proses penjumlahan dari

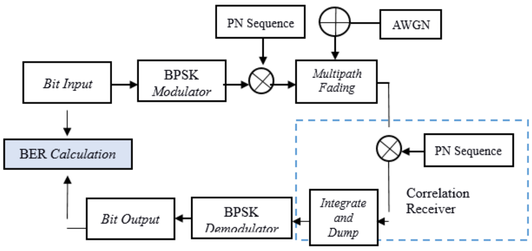
berbagai jalur transmisi yang dilewati sinyal (*multipath*). Hal tersebut mengakibatkan adanya sifat konstruktif maupun destruktif pada sinyal di sisi penerima. Contoh sifat destruktif yang sering terjadi yakni seperti *fading* dan *delay* [4-5]. Penurunan dan fluktuasi daya sinyal pada sisi penerima disebut dengan *fading* dan variasi waktu yang diakibatkan oleh jarak dan perambatan gelombang dari pemancar ke penerima disebut dengan *delay* [6-8]. Salah satu jenis *fading* yang memiliki fluktuasi redaman propagasi pada daerah sempit dan interval waktu singkat yakni *small-scale fading* [9-10].

Banyak inovasi yang telah dibuat guna mengatasi permasalahan yang timbul pada perkembangan teknologi komunikasi jarak jauh dengan menjaga kualitas sinyal yang diterima pada sisi penerimanya, salah satunya *corelation receiver*. Sistem penerima correlation receiver diimplementasikan guna mengatasi masalah yang timbul akibat efek dari *multipath fading* [11-13]. Jun pada tahun 2006 membahas mengenai *correlation receiver* yakni tentang kapasitas saluran sistem MIMO dengan *transmitter* dan *correlation receiver* dengan mengeksplorasi kapasitas *Rayleigh flat fading* [14]. Vuong pada tahun 2019 memberikan pengetahuan mengenai *correlation receiver* dengan *non-linear blanking* untuk DCSK *Systems Under Pulse Jamming Attack*, dimana dapat diketahui bahwa *correlation receiver* dengan *non-linier blanking* dapat meningkatkan performa *anti-jaming* [15]. Jayanthi pada tahun 2014 juga membahas tentang mengimprovisasi dan mengurangi nilai BER pada *wireless fading environment receiver* [16].

Tujuan utamanya adalah untuk menggabungkan korelasi dari data sinyal berturut-turut dengan kode PN, untuk meningkatkan kekuatan dari setiap potensi puncak dan untuk mengurangi kebisingan yang melekat. Untuk mengetahui tentang bagaimana unjuk kerja dari kode PN pada kanal *multipath fading* yang dengan menggunakan *single user*. Penelitian ini menggunakan simulasi serta analisis untuk mengetahui unjuk kerja dari *correlation receiver* yang melewati kanal *multipath fading* yang didalamnya terdapat AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) dan juga ISI (*Inter Symbol Interference*) dengan kode PN sebagai sinyal masukan yang diatur secara random dan menggunakan modulasi *Binary Phase-Shift keying* (BPSK). Maka dari itu, hasil dari simulasinya akan terlihat unjuk kerja dengan variable hasil keluaran dengan bentuk grafik yang menunjukan nilai BER (*Bit Error Rate*) berbanding dengan *Eb/No*.

II. METODE PENELITIAN

Gambar 1 merupakan blok diagram untuk simulasi sistem komunikasi digital unjuk kerja kode PN pada kanal *multipath fading*. Simulasi ini melalui beberapa tahapan, yang diawali dari sinyal informasi masukan yang akan diproses direpresentasikan dalam bentuk simbol-simbol yang tersusun dari *bits*. Pada sistem ini, *bit* masukan (*input bit*) dibangkitkan secara acak (*random*) menggunakan *bernoulli binary generator* yang terdapat pada *Simulink MATLAB R2014a*. Data yang dibangkitkan diasumsikan berjumlah 1.000.000 bit dalam bentuk biner 0 dan 1 dengan nilai Eb/No yang digunakan adalah 10 dB. Bit-bit yang dibangkitkan oleh *bernoulli binary generator* kemudian masuk kedalam proses modulasi. Dalam simulasi sistem komunikasi digital unjuk kerja kode PN pada kanal *multipath fading*, menggunakan satu jenis modulasi yakni BPSK (*Binary Phase Shift Keying*). Setelah data bit melalui proses modulasi, data bit tersebut akan melalui proses *spreading* dimana data bit yang sudah dimodulasi akan dilakukan operasi *XOR* dengan kode pada deret PN (*Pseudo Code*) yang dibangkitkan secara *random*.



Gambar 1. Blok diagram pemodelan sistem komunikasi *digital correlation receiver* pada kanal *multipath fading.*

Multipath fading dan AWGN (*Additive White Gaussian Noise)* adalah kanal transmisi yang digunakan pada simulasi sistem komunikasi digital unjuk kerja Kode PN. Dalam proses transmisi, sinyal akan mengalami *multipath fading* dan melewati AWGN. Setelah proses transmisi melalui kanal *multipath fading* dan AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) selesai dilakukan, sinyal keluaran (*output*) akan melalui proses ekualisasi dengan menggunakan *correlation receiver*. Untuk mendapatkan sinyal awal tersebut melalui proses *dispreading* dimana sinyal keluaran dari proses transmisi dilakukan proses *XOR* kembali dengan kode pada deret PN (*Pseudo Code*) yang sama pada saat deret spread awal. Kemudian pada *multipath* akan divariasikan jumlah komponen *multipath* dengan jumlah 3, 6, dan 7. Komponen *multipath* dengan jumlah 3, 6, dan 7 digunakan untuk menguji jumlah komponen *multipath* minimal dan jumlah komponen *multipath* maksimal yang bias digunakan untuk kode PN 7. Pada simulasi ini, penerima diasumsikan sudah mengetahui kanal transmisi. Hal ini memiliki tujuan untuk mengetahui nilai BER berbanding Eb/No, yang dimana akan memberikan informasi terkait unjuk kerja sistem.

Pada sistem penerima, sinyal yang masuk akan didemodulasi menggunakan jenis demodulasi BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) dengan tujuan untuk mendapatkan sinyal aslinya (*output bit*) yang nantinya akan dapat diamati perbandingan error-nya menggunakan BER (*Bit Error Rate*) *calculation* dengan sistem sinyal awal dibandingkan dengan sinyal keluaran sistem. Setelah nilai BER diperoleh, dalam penelitian unjuk kerja Kode PN pada kanal *multipath* akan dibandingkan dengan pengaruh Eb/No. Tabel 1 di

bawah ini menampilkan jenis dan nilai dari parameter yang digunakan dalam rancangan program simulasi tersebut diatas.

Tabel 1. Parameter yang digunakan dalam simulasi.

Parameter	**Nilai**
Jumlah Bit	1.000.000 bit
Jenis Modulasi	Binary Phase Shift Keying (BPSK)
Jenis Pengguna	Single User
Jenis Kanal	Multipath Fading
Jenis Noise	Additive White Gaussian Noise (AWGN)
Jumlah Komponen Multipath	3,6,7
Distribusi Fading	Rayleigh Fading
Nilai Eb/No	0:10
Panjang Kode PN	7
Sample Time (Ts)	1s
Periode Chip (Tc)	1/7

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Hasil Unjuk Kerja Kode PN pada Kanal Frequency Selective Fading*

Simulasi unjuk kerja dari kode PN pada *frequency selective fading* dengan memvariasikan jumlah komponen *multipath*, dilakukan untuk mengetahui pengaruh jumlah komponen *multipath* terhadap kinerja dan kualitas dari kode PN. Pada simulasi ini akan digunakan komponen *multipath* berjumlah 3, 6, dan 7. Tabel 2 di bawah ini menampilkan nilai BER hasil simulasi untuk jumlah komponen *multipath* 3, 6, dan 7 dengan rumus 1.

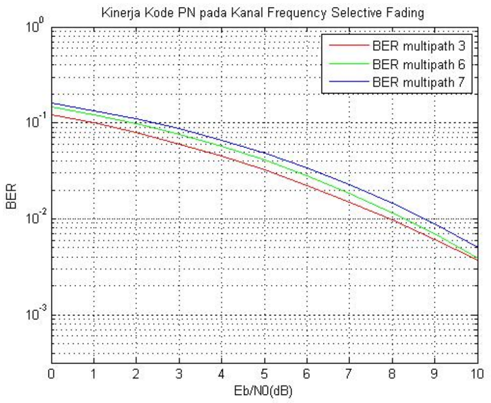
$$\textit{Theory}\,\text{BER} = \frac{1}{2}\left(1 - \sqrt{\frac{Eb/No}{\frac{Eb}{No}+1}}\right) \qquad (1)$$

Tabel 2. Nilai BER dengan jumlah komponen *multipath* 3, 6, dan 7.

Eb/N0 (dB)	**Bit Error Rate (BER)**		
	Komponen Multipath = 3	**Komponen Multipath = 6**	**Komponen Multipath = 7**
0	0,12266	0,14638	0,15969
1	0,09959	0,12132	0,13408
2	0,07877	0,09754	0,10936
3	0,06033	0,07577	0,08625
4	0,04483	0,05674	0,06594
5	0,03222	0,04080	0,04829
6	0,02236	0,02795	0,03406
7	0,01500	0,01837	0,02267
8	0,00975	0,01159	0,01458
9	0,00607	0,00694	0,00888
10	0,00368	0,00386	0,00507

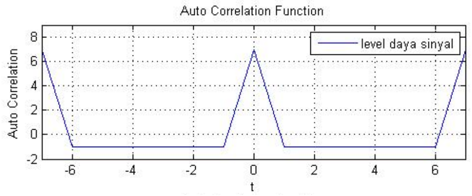
Pada Gambar 2 ditampilkan perbandingan nilai BER dengan variasi jumlah komponen *multipath* 3, 6, dan 7. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari perubahan jumlah komponen *multipath* terhadap kinerja serta kualitas dari kode PN pada kanal *frequency selective fading*. Berdasarkan pada gambar 5 dapat dilihat bahwa unjuk kerja dari kode PN pada kanal *frequency selective fading* yang lebih baik adalah variasi komponen *multipath* = 3 dibandingkan dengan variasi komponen *multipath* = 6, dan yang paling buruk adalah variasi komponen *multipath* = 7.

Hal ini dibuktikan dengan melihat nilai BER pada Tabel 1, pada saat Eb/No = 10 dengan komponen *multipath* = 3 memiliki nilai BER 0.00368, sedangkan komponen *multipath* = 6 dan komponen *multipath* = 7 memiliki nilai BER berturut – turut adalah 0,00386 dan 0,00507. Hal ini dapat terjadi karena pada saat penambahan jumlah komponen *multipath* informasi yang dikirimkan akan mengalami *delay spread*. *Delay spread* adalah lebar pulsa dari impuls yang dikirim antar pemancar dan penerima, yang merupakan fenomena alami yang disebabkan oleh propagasi pantulan dan hamburan pada kanal komunikasi.



Gambar 2. Nilai BER dengan jumlah komponen *multipath* 3, 6, dan 7.

Delay spread dapat menimbulkan interferensi antar simbol (ISI) karena setiap simbol akan saling bertumbukan dengan simbol sebelum dan sesudahnya [17-18]. Berdasarkan hasil simulasi tersebut diperoleh fungsi yang dinamakan fungsi autokorelasi hasil simulasi unjuk kerja kode PN pada kanal *frequency selective fading* diperhatikan pada Gambar 3.



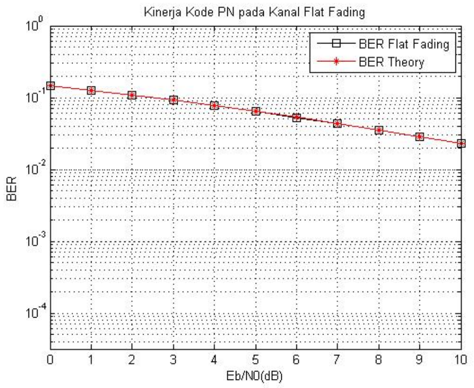
Gambar 3. Fungsi *autocorrelation* untuk 7 *chip.*

Berdasarkan Gambar 3, pergeseran waktu nol merupakan sinyal yang diharapkan oleh penerima yang memiliki nilai autokorelasi maksimum karena nilai-nilai tersebut diperoleh dari korelasi antara urutan kode dengan salinan dirinya yang memiliki struktur chip yang sama dengan aslinya. Namun, pada pergeseran waktu nol-nol nilai autokorelasi tidak maksimal karena struktur chip yang berbeda antara dua urutan kode. Jika level sinyal pada pergeseran waktu nol-nol memiliki

nilai, maka nilai tersebut akan menginterferensi sinyal waktu 0 atau sinyal yang diharapkan. Sehingga, berdasarkan hasil simulasi unjuk kerja kode PN pada kanal *frequency selective fading* yang telah dilakukan sudah sesuai dengan teori dimana ketika jumlah komponen *multipath* yang semakin besar pada *correlation receiver*, maka kinerja dari *correlation receiver* akan semakin buruk.

B. Unjuk Kerja Kode PN pada Kanal Flat Fading

Simulasi unjuk kerja dari kode PN pada *flat fading* dilakukan untuk mengetahui bahwa kode PN yang bekerja pada kanal *frequency selective fading* sudah baik dan benar. Pada simulasi ini karena menggunakan *flat fading* dengan karakteristik yang ideal, maka digunakan komponen *multipath* berjumlah 1.



Gambar 4. Nilai BER hasil unjuk kerja kode PN pada kanal *flat fading.*

Berdasarkan pada Gambar 4 dapat dilihat sebuah grafik serta nilai BER yang ditunjukkan berdasarkan nilai Eb/No pada sistem unjuk kerja kode PN pada kanal *flat fading* yang dibandingkan berdasarkan teori flat yang ada. Berdasarkan Gambar 3, hasil *trend* maupun nilai BER yang dihasilkan pada Tabel 1 sudah sama dengan nilai BER *flat* secara teori. Hal ini menunjukkan bahwa simulasi unjuk kerja kode PN yang dilakukan sudah sesuai, sehingga dapat digunakan pada kanal *frequency selective fading* [19-20].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi unjuk kerja kode PN pada kanal *multipath fading* yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa unjuk kerja kode PN sangat dipengaruhi oleh jumlah komponen *multipath*, dimana semakin banyak jumlah komponen *multipath* maka kinerja dari kode PN semakin buruk. Sehingga, berdasarkan hasil simulasi unjuk kerja kode PN pada kanal *frequency selective fading* yang telah dilakukan sudah sesuai dengan teori dimana ketika jumlah komponen *multipath* yang semakin besar pada *correlation receiver*, maka kinerja dari *correlation receiver* akan semakin buruk.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Pramaita, "Unjuk Kerja Kode Hybrid Orthogonal Small Set," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 1, 2016.

[2] T. S. Rappaport, *Wireless Communications Principle and Practice 2nd Edition*, Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.

[3] R. Hoshyar, F. P. Wathan and R. Tafazolli, "Novel lowdensity signature for synchronous CDMA systems over AWGN channel," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 56, pp.1616-1626, 2011.

[4] H. Cheng, M. Ma and B. Jiao, "On the design of comb spectrum code for multiple access scheme," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 57, no. 3, pp. 754-763, 2009.

[5] Y. Peng, B. Tang and M. Lü, "Fast method for spreading sequence estimation of DSSS signal based on maximum likelihood function," *Journal of Systems Engineering and Electronics*, vol. 21, no. 6, pp. 948-953, 2010.

[6] R. Nikjah and N. C. Beaulieu, "On antijamming in general CDMA systems-part I: multiuser capacity analysis," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 7, no. 5, pp. 1646-1655, 2008.

[7] Y. Zhu, P. Zhang and M. Deng, "Simulation research on direct sequence spread spectrum communication system over Rayleigh Fading Channels," *Proceedings of 2011 International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology, Harbin*, pp. 4317-4321, 2011.

[8] L. Jatunov and V. K. Madisetti, "Computationally-Efficient SNR Estimation for Bandlimited Wideband CDMA Systems," in IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 5, no. 12, pp. 3480-3491, 2006.

[9] W. J. van Houtum, "Quasi-synchronous code-division multiple access with high-order modulation," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 49, no. 7, pp. 1240-1249, 2001.

[10] T. P. Permatasari, *Identifikasi Buta* MIMO *pada Kanal Rayleigh Fading*, Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma, 2011.

[11] F. A. Adeola, A. S. Adekunle and A. O. Peter, "Direct Sequence CDMA system using Finite-Time Altered Sinusoidal Signals as orthogonal signatures," *3rd IEEE International Conference on Adaptive Science and Technology (ICAST 2011), Abuja*, pp. 174-177, 2011.

[12] K. Syahgustina, *Simulasi dan Analisa Kinerja Sistem* MIMO *OFDM-FDMA Berdasarkan Alokasi Subcarrier*, Depok: Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Indonesia, 2009.

[13] A. Ziani and A. Medouri, “Analysis of different Pseudo-Random and orthogonal spreading sequences in DS-CDMA,” *2012 International Conference on Multimedia Computing and Systems*, pp. 558-564, 2012.

[14] E. H. Dinan and B. Jabbari, “Spreading codes for direct sequence CDMA and wideband CDMA cellular networks,” *IEEE Communications Magazine*, vol. 36, no. 9, pp. 48-54, 1998.

[15] W. Jun, Z. Shihua, L. Fang and W. Lei, “Channel capacity of multiple-input multiple-output systems with transmit and receive correlation,” *Journal of Systems Engineering and Electronics*, vol. 19, no. 1, pp. 21-26, 2008.

[16] D. Vuong, D. Le, K. Nguyen and B. Van Nguyen, “Correlation Receiver With Nonlinearity Blanking for DCSK Systems Under Pulse Jamming Attack,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 25037-25045, 2019.

[17] K. Jayanthi, V. P. Arunachalam and C. Vasanthabayaki, “Improving The Performance And Reducing Bit Error Rate On Wireless Deep Fading Environment Receivers,” *Journal of Computer Science*, vol. 10, no. 3, pp. 458-468, 2014.

[18] I W. D. Andriasmika, I G. A. K. Diafari Djuni, N. M. A. E. Dewi Wirastuti, “Analisis Intercarrier Interference (ICI) Sistem Ofdm-Mimo Stbc Pada Kanal Frequency Selective Fading,” *Jurnal Spektrum*, vol. 6, no. 1, pp. 90-95, 2019.

[19] S. Tachikawa, “Recent spreading codes for spread spectrum communication systems,” *Electronics and Communications in Japan*, pp. 41-49, 1992.

[20] M. A. Abu-Rgheff, *Introduction to CDMA Wireless Communications*, California : Elsevier, 2007.

[21] A. Chandra and S. Chattopadhyay, “Small Set Orthogonal Kasami codes for CDMA system,” *2009 4th International Conference on Computers and Devices for Communication (CODEC), Kolkata*, pp. 1-4, 2009.

POLITEKNIK NEGERI BALI

Redaksi Jurnal Matrix
Gedung P3M, Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, PO BOX 1064 Tuban, Badung, Bali.
Phone: +62 361 701981, Fax: +62 361 701128
e-mail: p3mpoltekbali@pnb.ac.id
http://ojs.pnb.ac.id/index.php/matrix