



POLITEKNIK NEGERI BALI

# *matrix*X

**JURNAL MANAJEMEN TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**



# Editors

---

## Editor-in-chief :

Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka.

## Editorial Boards :

Dr. I Ketut Swardika, ST, MSi.

I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD.

Ir. I Wayan Wiraga, MT.

I Nyoman Kusuma Wardana, ST, MSc.

Ni Wayan Wisswani, ST, MT.

## Language Editors :

Gusti Nyoman Ayu Sukerti, SS, MHum.

Ni Nyoman Yuliantini, SPd, MPd.

# Reviewers

---

Dr. Isdawimah (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta).

Dr. Amin Suharjono ((Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang).

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

Dr. Moechammad Sarosa (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang).

Dr. Budhy Setiawan (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang).

Dr. FX Arinto Setyawan (Teknik Elektro, Universitas Lampung).

Dr. Mohammad Noor Hidayat (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang).

Dr. Eng. Cahya Rahmad (Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang).

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya Jurnal Matrix Volume 8 Nomor 3 di Bulan November Tahun 2018. Kami juga bersyukur atas ditetapkannya Jurnal Matrix sebagai Jurnal Ilmiah Terakreditasi Peringkat 3 (tiga) berdasarkan Surat Keputusan (SK) Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, Nomor: 30/E/KPT/2018 tentang Hasil Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 2 Tahun 2018. SK akreditasi ini berlaku selama 5 (lima) tahun, yaitu Volume 8 Nomor 2 Tahun 2018 sampai Volume 13 Nomor 1 Tahun 2023.

Adapun artikel ilmiah yang dipublikasikan pada edisi ini ditulis oleh peneliti dari Politeknik Negeri Bali, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Universitas Palangka Raya, Universitas Teknologi Yogyakarta dan Universitas Nahdlatul Ulama Nusa Tenggara Barat). Di bidang manajemen teknologi ditampilkan artikel ilmiah mengenai campuran R-32/R-290 sebagai pengganti refrigeran R-32 pada AC *split* domestik, artikel ilmiah mengenai potensi angin sebagai pembangkit tenaga listrik di Indonesia dengan data meteorologi *satellite remote sensing*, serta artikel ilmiah mengenai *pan-tilt camera* sebagai aktuator pelacak posisi bola. Di bidang manajemen informatika ditampilkan artikel ilmiah mengenai aplikasi *mobile teller* lembaga perkreditan rakyat berbasis Android serta artikel ilmiah mengenai perancangan sistem *enterprise resource planning* menggunakan Openbravo.

Akhir kata, kami menyampaikan terima kasih kepada para *reviewer* dari Politeknik Negeri Jakarta, Universitas Hasanuddin, Universitas Lampung, Politeknik Negeri Semarang, dan Politeknik Negeri Malang 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, 30 November 2018

*Editor-in-chief* Jurnal Matrix

Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka

ISSN: 2580-5630



9 772580 563008

DOAJ  
DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS

Google  
Scholar



sinta  
Science and Technology Index

Crossref

# Daftar Isi

---

<b>I Ketut Swardika, Putri Alit Widyastuti Santiary, ANALISIS POTENSI ANGIN SEBAGAI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK DI INDONESIA DENGAN DATA METEOROLOGI <i>SATELLITE REMOTE SENSING</i> .....</b>	<b>52-58</b>
<b>I Ketut Suwintana, I Gusti Putu Fajar Pranadi Sudhana, Ni Kadek Dessy Hariyanti, PENGEMBANGAN APLIKASI <i>MOBILE TELLER</i> LEMBAGA PERKREDITAN DESA BERBASIS ANDROID .....</b>	<b>59-66</b>
<b>Purmasari, Ressa Priskila, Damar Suryo Sasono, Sunardi, PERANCANGAN SISTEM <i>ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)</i> DI PERUSAHAAN KARYA CIPTA BUANA SENTOSA MENGGUNAKAN OPENBRAVO .....</b>	<b>67-73</b>
<b>I Wayan Temaja, Made Ery Arsana, Luh Putu Ike Midiani, KAJIAN EKSPERIMENTAL CAMPURAN R-32/R-290 PENGGANTI REFRIGERAN R-32 PADA AC <i>SPLIT DOMESTIK</i> .....</b>	<b>74-78</b>
<b>Aan Febriansyah, Irwan, Rino Christianto, Wulan Nofiani, <i>PAN-TILT CAMERA</i> SEBAGAI AKTUATOR PELACAK POSISI BOLA .....</b>	<b>79-82</b>

# ANALISIS POTENSI ANGIN SEBAGAI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK DI INDONESIA DENGAN DATA METEOROLOGI *SATELLITE REMOTE SENSING*

I Ketut Swardika<sup>1</sup>, Putri Alit Widyastuti Santuary<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

<sup>1</sup> swardika@pnb.ac.id

**Abstrak:** Terkait perubahan iklim dan pemanasan global, energi baru terbarukan mulai banyak diimplementasikan. SolarPV menjadi pilihan, namun biaya pembangkitannya masih tinggi dan tidak dapat bersaing langsung dengan sistem konvensional. Pada skala biaya energi yang besar, *Wind Turbine Generator* (WTG) atau turbin angin mampu bersaing dan menjadi teknologi paling kompetitif pada masa ini. Secara khusus WTG didesain untuk beroperasi optimal dengan kondisi meteorologi tempat dilakukannya instalasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengestimasi daya membangkitkan WTG di Indonesia dengan data meteorologi *satellite remote sensing*. Konversi energi dilakukan menggunakan kurva-daya dan parameter teknis dari model WTG General Electric. Perbandingan juga dilakukan dengan daya pembangkitan dari PLTB SIDRAP yang menggunakan model Gamesa G114-2.5 MW. Hasil menunjukkan data meteorologi dari *satellite remote sensing* dapat mengungkap karakteristik umum *Wind Direction* (WD) atau arah dan *Wind Speed* (WS) atau kecepatan angin. Perairan Indonesia memiliki WS rendah yaitu (<6,64 meter per detik). WD angin muson dominan dipengaruhi zonal seasonal variability. WD dan WS tetap mengikuti karakteristik angin pasat (menuju barat). Dibutuhkan desain turbin yang spesifik dengan batasan *cut-in* dan *rated WS* yang rendah.

**Kata kunci:** *Turbin, Angin, Pembangkit Tenaga Listrik, Satelit, Meteorologi.*

**Abstract:** On climate change and global warming, renewable energy is widely implemented. SolarPV as an option, however, has high generation cost and cannot compete directly with conventional. On a large scale energy cost, Wind Turbine Generator (WTG) is able to compete and become the most competitive technology now. In particular, WTG is designed to operate optimally with meteorological condition where it installed. The objective of this research is to estimate WTG power generation in Indonesia with meteorology data from satellite remote sensing. Energy conversion uses power-curve and technical parameters of General Electric WTG model. Comparison of power generation result with generation power from PLTB SIDRAP is also conducted using Gamesa G114-2.5 MW model. The result shows that meteorological data from satellite remote sensing reveals the general characteristics of wind direction (WD) and wind speed (WS). WS is low in Indonesia (<6.64 meter per second). Dominant monsoon WD is influenced by zonal seasonal variability. WD and WS persist to follow the characteristic of trade wind. WTG in Indonesia requires specific design with low limits of cut-in and WS rated.

**Keywords:** *Turbine, Wind, Power Plant, Satellite, Meteorology.*

## I. PENDAHULUAN

Pemanasan global dan perubahan iklim sudah secara nyata akan dihadapi akibat antropogenik penggunaan berlebih bahan fosil sebagai sumber energi utama dunia [1]. Dilihat secara geografis, Indonesia terletak di khatulistiwa yang dikenal dengan nama Indonesia maritim kontinental dan berperan penting dalam sirkulasi iklim dunia. Banyak fenomena alam global yang beresilasi dengan frekuensi rendah/decade dan tinggi/daily melintasi Indonesia, seperti osilasi selatan atau El Nino. Terdapat sirkulasi arus dalam dari lautan Pasifik ke lautan Indian yang melewati selat Makassar-Lombok. Di bagian laut Pasifik terdapat kolam hangat (*warm pool*) sebagai sumber konveksi yang mengatur sirkulasi atmosfer global [2]. Namun, Indonesia juga menjadi sumber emisi karbon (CO<sub>2</sub>) karena menggunakan lebih dari 550 juta ton batubara sebagai sumber energi utama.

Pembangkitan energi dan transportasi meningkat sejalan dengan pertumbuhan populasi dunia yang mencapai tujuh milyar lebih [3]. Dengan pertumbuhan

konsumsi listrik dunia sebesar 2,4 persen sampai tahun 2030 [4].

Penelitian dan pengembangan potensi dan implementasi energi baru terbarukan (EBT) mulai bangkit dengan banyaknya masyarakat mengenal dan mengetahui segi ekonomi dari solar PV sebagai sumber energi listrik alternatif [5]. Pemerintah Indonesia sendiri bersemangat meningkatkan EBT untuk mencapai 23 persen dari total bauran energi nasional pada tahun 2025 mendatang [6]. Namun, biaya pembangkitan dari solar PV masih tinggi, tidak dapat secara ekonomi bersaing langsung dengan sistem pembangkitan konvensional. Kecuali di daerah-daerah yang jauh di mana utilitas daya tidak tersedia dan biaya transmisi daya menjadi penghambat.

Pada skala biaya energi yang besar, generator turbin angin sekarang mampu bersaing dan menjadi sumber daya listrik dengan teknologi paling kompetitif dibandingkan dengan sistem pembangkitan konvensional. Dengan sumber angin berlimpah dan

ramah lingkungan, menjadi hal yang penting dalam perencanaan energi dunia [7],[8].

Potensi EBT dari angin belum banyak diteliti dan dipetakan secara detail di Indonesia. Walaupun Indonesia memiliki garis pantai yang sangat panjang, namun kecepatan angin tergolong rendah [9]. Pengembangan turbin angin banyak dilakukan di Eropa menurut letak geografis dan aspek meteorologi lingkungan di sana. Setiap turbin angin didesain secara khusus sehingga mampu beroperasi optimal dengan kondisi meteorologi tempat dilakukannya instalasi. Penelitian ini bertujuan memetakan karakteristik dan potensi angin sebagai sumber EBT. Batasan-batasan seperti ketersediaan data meteorologi didekati dengan menggunakan data *satellite remote sensing* [2],[10]. Potensi estimasi daya pembangkitan secara sederhana didapat dari ketersediaan kurva-daya dari model manufaktur turbin angin [11].

## II. METODE PENELITIAN

Data angin berupa kecepatan angin ( $WS \text{ ms}^{-1}$ ) dan arah angin ( $WD^\circ$ ) diperoleh dari arsip data-data yang dipublikasikan lebih dari sepuluh tahun oleh *space agency* dunia seperti NASA *Goddard Space Flight Center* (GSFC), NASA *Jet Propulsion Laboratory* (JPL), *Remote Sensing Systems* (REMSS), *French ERS Processing and Archiving Facility and Research Institute for Exploitation of the Sea* (IFREMER/CERSAT) dan JAXA *Earth Observation Research Center* (EORC). Data mencakup *global level-3 monthly data*. Data yang tersedia tidak memiliki format yang sama sehingga dilakukan proses kompilasi ulang menjadi 40 derajat *latitude*, 100 derajat *longitude* dengan ukuran *grid* sebesar 0,25 derajat ( $1^\circ = 111 \text{ km}$ ) [2]. *Satellite remote sensing* (RS) membawa sensor radar scatterometer atau sensor *passive microwave* radiometer. RS mengukur angin secara tidak langsung dari riak gelombang kapiler permukaan air laut. RS tidak dapat mengukur angin di daratan. Riak gelombang kapiler permukaan air laut mengemisi energi radian yang dapat diobservasi pada spektrum gelombang mikro. Permukaan air laut yang tenang mengemisi energi radian dengan karakteristik sangat terpolarisasi. Saat permukaan air laut beriak, emisi energi radian meningkat dan kurang terpolarisasi. WS diukur dari perbedaan besar emisi pada dua kanal frekuensi yang berbeda. WS dapat diestimasi dengan derajat akurasi yang tinggi oleh karena memiliki relasi yang unik pada *radiative transfer equation* dengan *temperature brightness* [12]. Radar scatterometer mengukur WS dan WD secara tidak langsung dari radar *backscatter* riak gelombang permukaan air laut. Vektor angin diperoleh dengan cara *multiple looks* pada area observasi yang sama pada sudut azimuth dan polarisasi yang berbeda-beda. Relasi antara besar radar *backscatter* dengan WS dan WD didapat dari *geophysical model function* [13]. Karakteristik dan potensi angin dihitung dan dianalisis dengan menggunakan statistik. Dari luasan area Indonesia terdapat 160 baris dan 400 kolom *grid*

untuk setiap bulan data. Zonal komponen atau WD arah barat-timur (U-WS) dan Meridional komponen atau WD arah utara-selatan (V-WS) dihitung dengan Persamaan (1).

$$\begin{aligned} U\text{-WS} &= WS \sin\left(\frac{\pi}{180} WD\right) \\ V\text{-WS} &= WS \cos\left(\frac{\pi}{180} WD\right) \end{aligned} \quad (1)$$

Zonal klimatologi rata-rata dari WS, WD, U-WS dan V-WS dihitung pada derajat  $20^\circ \text{ S}$ ,  $15^\circ \text{ S}$ ,  $10^\circ \text{ S}$ ,  $5^\circ \text{ S}$ , EQ,  $5^\circ \text{ N}$ ,  $10^\circ \text{ N}$ ,  $15^\circ \text{ N}$ ,  $20^\circ \text{ N}$  ( $\overline{\text{Zonal}}_{m,k}$ ) menggunakan Persamaan (2). Di mana N adalah total *grid* pada rentang tahun (1997-2009) tanpa *grid* dengan status *no-data*.

$$\overline{\text{Zonal}}_{m,k} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \text{Zonal}_{m,k} \quad (2)$$

Pola vektor angin di setiap *grid* diperoleh setelah melakukan perhitungan rata-rata klimatologi untuk komponen vektor angin  $\overline{U\text{-WS}}_{\text{grid}}$  dan  $\overline{V\text{-WS}}_{\text{grid}}$  menggunakan Persamaan (3). Di mana M adalah rentang tahun (1997-2009). Selanjutnya pola klimatologi vektor angin di-plot dengan *Grads Tool*.

$$\begin{aligned} \overline{U\text{-WS}}_{\text{grid}} &= \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M U\text{-WS}_i \\ \overline{V\text{-WS}}_{\text{grid}} &= \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M V\text{-WS}_i \end{aligned} \quad (3)$$

Standar deviasi setiap WS pada setiap *grid* ( $\sigma_{\text{grid}}$ ) dihitung menggunakan Persamaan (4).

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{grid}}^2 &= \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (WS_i - \overline{WS}_{\text{grid}})^2 \\ \sigma_{\text{grid}} &= \sqrt{\sigma_{\text{grid}}^2} \end{aligned} \quad (4)$$

Energi kinetik angin yang memotong bilah turbin per *unit time* (P) tergantung pada densitas udara ( $\rho$ ). Area yang tersapu oleh bilah rotor ( $\pi r^2$ ) dan volume WS ( $V^3$ ) tereduksi oleh efisiensi energi faktor ( $f_p$ ) dihitung dengan Persamaan (5) [14].

$$P = \frac{1}{2} \rho \pi r^2 f_p v^3 \quad (5)$$

Konversi energi bervariasi tergantung volume WS, dari rendah, moderat dan tinggi dan terdapat

mekanisme mencegah kerusakan akibat WS yang berlebih. Efisiensi energi kinetik yang memotong bilah turbin pada WS yang diberikan dikonversi menjadi listrik tergantung pada detail spesifikasi desain turbin yang direpresentasikan ke dalam model kurva-daya turbin yang dipilih. Biasanya kurva-daya dihitung dengan asumsi densitas udara sebesar 1,225 kg/m<sup>3</sup>, temperatur 15 °C pada tekanan 1 atmosfer. Koreksi volume WS dapat dilakukan jika terdapat perbedaan kondisi diatas dengan Persamaan (6). Di mana P merupakan simbol tekanan udara, T merupakan simbol temperatur dan R merupakan simbol atmosferik gas konstan (287,05 N.m/(kg.K).

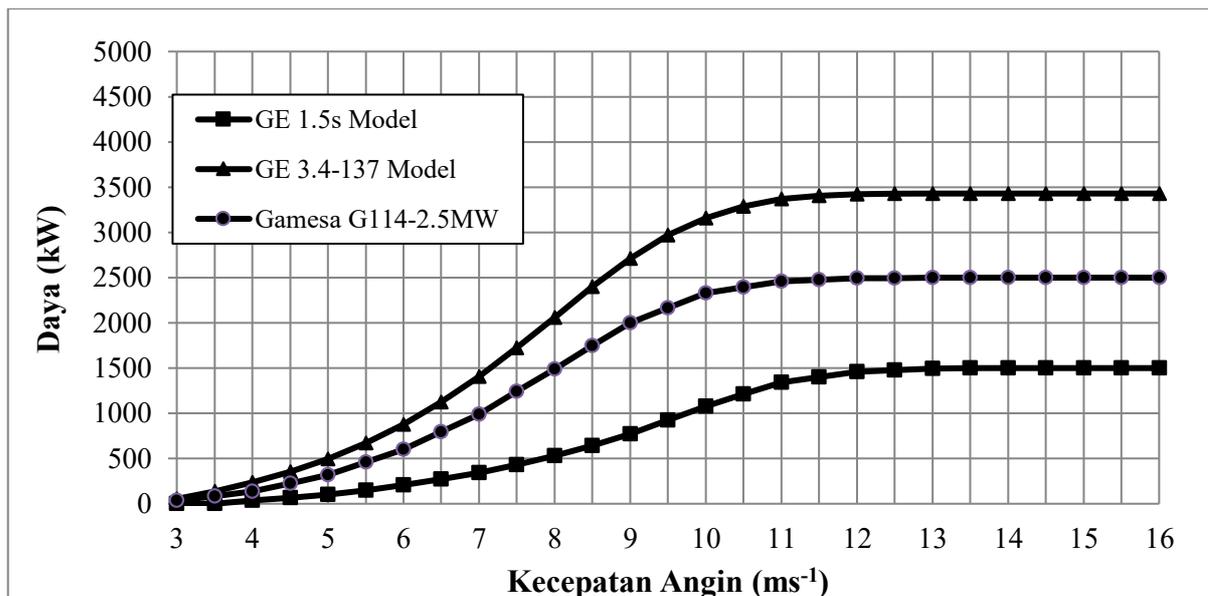
$$V_{\text{koreksi}} = \left( \frac{P \times T}{1,225 \times R} \right)^{1/3} \times V_{\text{original}} \quad (6)$$

Penelitian ini menggunakan model yang tersedia pada *General Electric wind turbine* yaitu 1,50 MW dan 3.40 MW (GE 1.5s, 3.4-137 model) turbin angin instalasi *onshore*. Energi kinetik angin yang diperoleh dari analisis di atas direlasikan secara sederhana dengan kurva-daya turbin angin

berdasarkan model tersebut. Pada Tabel 1 ditampilkan data dan spesifikasi teknis *satellite remote sensing* untuk observasi angin dan Gambar 1 merupakan kurva-daya GE 1.5s, 3.4-137 model.

Tabel 1. Data dan spesifikasi teknis *satellite remote sensing* untuk observasi angin

Parameter	WS, U-WS, WD			
Unit	(ms <sup>-1</sup> ), (ms <sup>-1</sup> ), (°)			
Sensor	NSCAT	SSM/I	AMI	SeaWinds
Satelit	ADEOS	DMSP	ERS	QuickSCAT
Tahun	1997	1998-1999	1997-1999	1999-2009
Spasial	1°	0.25°	1°	0.25°
resolusi				
Swath	600 km	1400 km	500 km	1800 km
Orbit cycle	1 day	1 day	1 day	1 day
Orbit Time	10:30	6:00,18:00	10:00	6:00,18:00
Kanal	14 Ghz	19.35 Ghz 37 Ghz	5.4 Ghz	13.4 Ghz
Data center	IFREMER/ CERSAT	REMSS	IFREMER/ CERSAT	REMSS
ftp/http site	ftp. ifremer.fr	ftp.remss. com	ftp. ifremer.fr	ftp.remss. com



Gambar 1. Kurva-Daya GE 1.5s, 3.4-137 dan model Gamesa G114-2.5 MW

Instalasi turbin angin membutuhkan ruang jarak antar turbin guna meminimalisasi interferensi aliran udara akibat interaksi putaran antar bilah turbin. Dengan luasan *grid* 0,25° persegi (± 25 Km<sup>2</sup>) cukup untuk mengatasi interferensi angin diatas. Pembatas ini membatasi tujuan memaksimalkan pembangkitan daya per turbin dengan jumlah instalasi per *grid area* [15]. Untuk mendapatkan jumlah instalasi dan ruang jarak antar turbin yang optimal, banyak faktor yang perlu diperhatikan seperti biaya instalasi per turbin,

pembangunan infrastruktur, instalasi transmisi daya, biaya operasi dan perawatan. Selain itu, juga diperhitungkan faktor kapasitas akibat kondisi WS yang sangat rendah sehingga tidak terdapat pembangkitan energi listrik.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk rentang dari tahun 1997 sampai tahun 2009, hasil perhitungan statistik keseluruhan data ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Statistik WS pada rentang tahun 1997-2009.

Parameter	WS ( $ms^{-1}$ )
Minimum	0,00
Maksimum	26,20
Rata-rata	6,64
Standar deviasi( $\sigma$ )	1,64

WS rata-rata sebesar  $6,64 \text{ ms}^{-1}$  dengan standar deviasi  $1,64 \text{ ms}^{-1}$ , WS berkisar  $5,0$  sampai dengan  $8,28 \text{ ms}^{-1}$ . Data global menunjukkan, sekitar 13% stasiun cuaca melaporkan rata-rata tahunan WS lebih dari  $6,9 \text{ ms}^{-1}$ . WS pada ketinggian 10 m di atas permukaan laut rata-rata global sebesar  $6,64 \text{ ms}^{-1}$  dan pada daratan sebesar  $3,28 \text{ ms}^{-1}$ . Perubahan ketinggian WS lebih tinggi, pada ketinggian 80 m, WS berkisar  $8,60 \text{ ms}^{-1}$  dan  $4,54 \text{ ms}^{-1}$  untuk di atas permukaan laut dan daratan [16]. WS relatif rendah dikarenakan posisi geografis Indonesia berada di daerah khatulistiwa. Berdasarkan data meteorologi, pada daerah subtropik belahan bumi utara dan selatan, angin bertiup tetap sepanjang tahun menuju ke barat yang disebut angin pasat (*trade wind*). Di sekitar khatulistiwa, kedua angin pasat bertemu (konvergen) dan disebut *intertropical convergens zone* (ITCZ) [17]. Akibat temperatur daerah tropis yang tinggi, massa udara naik secara vertikal (konveksi). Sehingga daerah ini memiliki karakteristik angin yang tenang (*doldrums*) [18]. Dilihat dari *datasheet* GE 1,5 MW, kecepatan angin nominal dibutuhkan sebesar  $13,0 \text{ ms}^{-1}$  (*rated*) dan minimal sebesar  $4,0 \text{ ms}^{-1}$  (*cut-in*). Dengan kondisi WS berkisar  $5,0 - 8,28 \text{ ms}^{-1}$ , pembangkitan energi diharapkan dapat terjadi. Pengoperasian turbin pada *cut-in* WS yang rendah menurunkan performa akibat separator laminar dan gelembung separator laminar pada bilah turbin. Ini terjadi karena bilangan Reynolds (Re) rendah akibat WS yang rendah dan kecilnya ukuran rotor. Diperlukan *airfoil* dengan desain khusus untuk beroperasi pada Re yang rendah sehingga dapat menaikkan torsi *startup* dan meningkatkan performa turbin. Dengan ini turbin dapat dioperasikan pada *cut-in* WS berkisar  $2,0-3,0 \text{ ms}^{-1}$  [19].

WS mudah dipengaruhi oleh hambatan dan topografi serta bervariasi dengan ketinggian sehingga WS dapat memiliki karakteristik yang acak. Akibatnya reliabilitas pembangkitan energi listrik sulit dipenuhi dan dibutuhkan sistem pengatur daya cadangan [20]. *Seasonal variability* U-WS ditunjukkan pada Gambar 2a dan 2b di bawah ini. Pada gambar terlihat jelas karakteristik U-WS belahan bumi utara-selatan. Pola WD memotong pada bulan April dan Oktober. Di ekuator (EQ), tidak terlihat arah WD yang signifikan. Pada Gambar 2a, terlihat peningkatan derajat lintang di atas 20 derajat, U-WS pada bagian utara dan selatan mengarah ke barat dengan kecepatan  $4,0 \text{ ms}^{-1}$  sepanjang tahun. Fenomena ini menunjukkan adanya angin pasat dari timur-utara dan timur-selatan. Kondisi permukaan air laut di daerah ekuator yang selalu hangat membuat tekanan atmosfer menjadi rendah, udara berpindah dari lintang tinggi bertekanan tinggi menuju ekuator. Bumi berotasi dari barat ke timur,

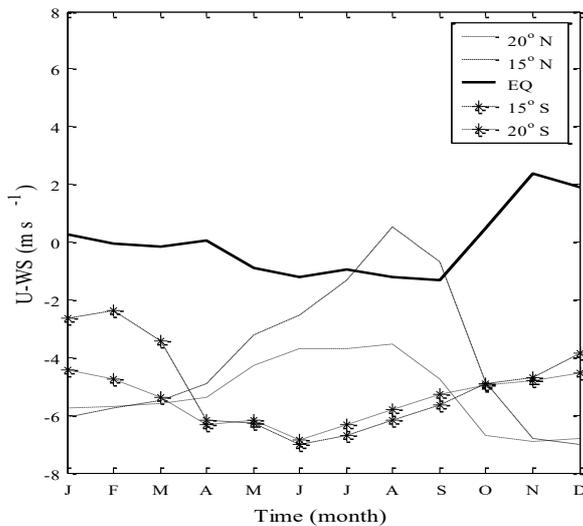
udara berhembus dari timur dan membangkitkan angin pasat. Dilihat dari karakteristik U-WS pada Gambar 2a, perencanaan posisi turbin angin di garis khatulistiwa merupakan hal yang tidak tepat. Kecepatan U-WS sangat rendah berkisar antara  $2,0-3,0 \text{ ms}^{-1}$ . *Cut-in* WS minimal sulit didapatkan, walaupun mungkin terjadi anomali WS yang tinggi dan tidak terjadi perubahan WD yang signifikan. Pada lintang tinggi berkisar  $15^{\circ} - 20^{\circ}$ , WD didominasi oleh arah angin pasat atau angin menuju ke barat atau *westerlies winds* [21]. *Grid* instalasi turbin angin dapat diposisikan secara umum bilah turbin mengarah ke timur. Pada turbin angin terdapat *yawing* mekanisme yang memutar turbin sehingga bilah dapat mengikuti arah angin dan *tilting* mekanisme yang memutar sudut bilah sehingga tetap optimal pada kecepatan angin relatif [22], [23]. Sedangkan Gambar 2b menunjukkan karakteristik U-WS untuk posisi lintang kurang dari  $10^{\circ}$ . U-WS lebih jelas memperlihatkan *seasonal variability* mengikuti karakteristik belahan bumi utara-selatan. Intensitas dan arah timur-barat angin berubah menurut musim. Namun, WD rata-rata tetap mengikuti pola angin pasat yaitu menuju barat. Pola perubahan arah timur-barat musiman ini menunjukkan sistem angin muson di Indonesia.

Dengan karakteristik angin yang berubah-ubah mengikuti musim, stabilitas pembangkitan menjadi sangat tergantung musim. Bulan-bulan transisi angin muson Maret-Mei dan September-November di mana saat WS paling rendah dibutuhkan adanya sistem cadangan daya dari sistem pembangkitan yang lain atau hybrid. Perubahan WD yang signifikan akibat angin muson timur/barat berimplikasi terhadap perawatan mekanik yang bergerak seperti mekanis gearbox, tilting dan yawing. Terdapat beberapa laporan akibat permasalahan pada bilah dan gearbox sebagai penyebab utama sistem downtime. Turbin yang baru dan besar malah cenderung lebih sering downtime, untuk menjaga reabilitas pembangkitan kebutuhan akan monitor dan perawatan menjadi tinggi [24].

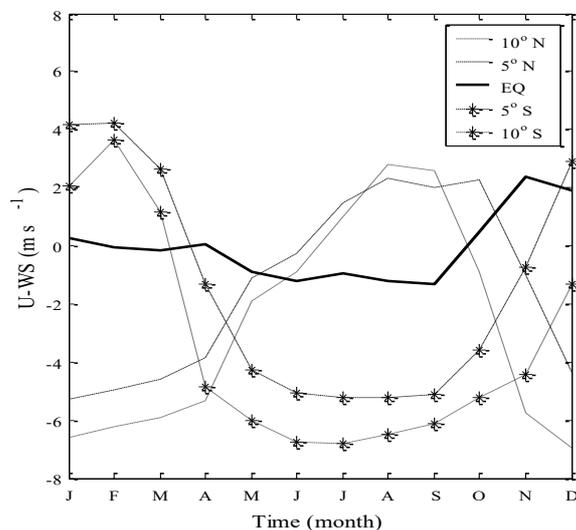
Besarnya konversi energi kinetik bilah turbin dibatasi oleh adanya daya mekanis downstream atau aliran angin setelah melewati bilah. Daya ini mengurangi konversi koefisien daya ( $C_p$ ) turbin hanya menjadi sebesar 59,3% atau disebut Betz's limit [25], [26].

Luaran daya turbin angin secara signifikan bervariasi dengan WS sehingga setiap turbin angin memiliki kurva-daya yang unik. Kurva-daya membantu memprediksi tanpa perlu mengetahui detail teknis dari setiap komponen sistem pembangkitan [11]. Kurva-daya memberikan besaran daya listrik luaran sebagai fungsi dari WS pada posisi ketinggian dari hub. Kurva-daya terdiri dari *cut-in*, *rated* dan *cut-out* WS. Kurva-daya untuk setiap turbin didapat dari test lapangan dan diberikan oleh pabrik pembuatnya [27]. Dengan menggunakan model turbin angin dari General Electric (GE) dan kondisi angin seperti

Tabel 2, diperoleh estimasi pembangkitan daya listrik seperti pada Tabel 3.



Gambar 2a. Zonal seasonal variability U-WS ( $m s^{-1}$ ). WD menuju timur (positif) dan menuju barat (negatif). Angin pasat dari timur terlihat pada lintang 15°-20°. Di daerah ekuator WS sangat rendah dan WD stabil.



Gambar 2b. Zonal seasonal variability U-WS ( $m s^{-1}$ ). WD menuju timur (positif) dan menuju barat (negatif). Perubahan arah angin musiman atau angin muson Indonesia pada derajat lintang 5°-10°.

Tabel 3. Estimasi daya pembangkitan (kW) dari kurva-daya untuk GE model

Avg WS÷STD ( $m s^{-1}$ )	GE 1.5s (kW)	GE 3.4-137 (kW)
5,00	104,00	497,00
6,64	306,50	1265,50
8,28	586,00	2230,50
Rated WS		
13,00	1494,00	3430,00

Tabel 3 menunjukkan daya pembangkitan untuk model turbin angin GE daya rendah dan tinggi untuk kondisi di Indonesia yang berkisar antara 104,00 - 2230,50 kW per titik instalasi. Jika dibandingkan dengan sistem dari PLTB SIDRAP ladang energi angin pertama di Indonesia, telah terinstalasi 30 titik generator turbin angin dengan menggunakan Gamesa G114-2.5 MW model. Dengan target pembangkitan energi listrik sebesar 75 MW, sehingga diperlukan optimal daya per titik turbin sebesar 2,5 MW. Perbandingan dapat dilakukan dengan melihat kurva-daya antara model GE 3,4-137 MW dengan Gamesa G114-2.5 MW seperti Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perbandingan daya pembangkitan (kW) dari kurva daya untuk GE dengan model GAMESA

Avg WS÷STD ( $m s^{-1}$ )	GE 3.4-137 (kW)	Gamesa G114-2.5 (kW)
5,00	497,00	321,00
6,64	1265,50	892,75
8,28	2230,50	1617,00
rated WS		
10,00		
13,00	3430,00	2332,00

Kelebihan dari model Gamesa G114-2.5 MW adalah memiliki *cut-in* dan *rated WS* yang lebih kecil sebesar  $2,0 m s^{-1}$  dan  $10,0 m s^{-1}$ . Dengan asumsi kondisi angin rata-rata setiap tahun sebesar  $8,28 m s^{-1}$ , model ini hanya membangkitkan energi listrik sebesar 1617,00 kW atau 1,6 MW. Jadi, PLTB SIDRAP hanya akan membangkitkan energi sebesar 64% dari target total pembangkitan energi listrik.

IV. KESIMPULAN

Kondisi meteorologi angin dengan rentang waktu yang cukup dibutuhkan dalam perencanaan instalasi turbin angin. Secara umum, keterbatasan data meteorologi dapat dipenuhi dari data *satellite remote sensing*. Karakteristik angin di wilayah Indonesia berhubungan dengan posisi geografis Indonesia sehingga menyebabkan potensi angin rendah jika digunakan untuk pembangkitan energi listrik. Rata-rata kecepatan angin kurang dari  $6,64 m s^{-1}$ .

Diperlukan desain generator turbin angin dengan mekanis yang spesifik untuk wilayah Indonesia. Pola angin yang berubah arah dan kecepatan menurut musim membuat biaya operasional dan perawatan turbin menjadi tinggi. Untuk

mendapatkan reliabilitas operasional yang optimal, sistem *grid* daya cadangan mungkin perlu diperhitungkan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada NASA *Goddard Space Flight Center*, NASA *Jet Propulsion Laboratory*, *Remote Sensing Systems*, *French ERS Processing and Archiving Facility* and *Research Institute for Exploitation of the Sea* dan *JAXA Earth Observation Research Center* atas ketersediaan data arsip berupa *global level-3 monthly data* yang dapat diakses bebas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sacuta, N., Young, A. & Worth, K. (2015). *International energy agency (IEA) greenhouse gas (GHG) weyburn-midale CO<sub>2</sub> monitoring and storage project*. Canada: Petroleum Technology Research Centre Incorporated.
- [2] Swardika, I. K., Tanaka, T. & Ishida, H. (2012). Study on the characteristics of the Indonesian seas using satellite remote-sensing data for 1998–2007. *International Journal of Remote Sensing*, 33(8), 2378-2394.
- [3] Coyle, E. D. & Simmons, R. A. (2014). *Understanding the global energy crisis*. USA: Purdue University Press.
- [4] Johnson, N., Krey, V., McCollum, D. L., Rao, S., Riahi, K. & Rogelj, J. (2015). Stranded on a low-carbon planet: Implications of climate policy for the phase-out of coal-based power plants. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 89-102.
- [5] Bazilian, M., Onyeji, I., Liebreich, M., MacGill, I., Chase, J., Shah, J. & Zhengrong, S. (2013). Re-considering the economics of photovoltaic power. *Renewable Energy*, 53, 329-338.
- [6] Pusdatin ESDM. (2014). *Pusat Data dan Teknologi Informasi (Pusdatin)*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).
- [7] Jacobson, M. Z. & Archer, C. L. (2012). Saturation wind power potential and its implications for wind energy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 15679-15684.
- [8] Patel, M. R. (2005). *Wind and solar power systems: design, analysis, and operation*. USA: CRC press.
- [9] Fikri, M. B. & Suryoprato, I. K. (2013). *Perancangan sudu turbin angin berkecepatan rendah dengan variasi tip speed ratio menggunakan metode momentum elemen sudu*. Universitas Gadjah Mada: Disertasi Doktor.
- [10] Swardika, I. K. & Santiary, P. A. W. (2016). Speed of spatial query of satellite data on various database storage engine. *International Electronics Symposium*, 465-470.
- [11] Manwell, J. F., McGowan, J. G. & Rogers, A. L. (2010). *Wind energy explained: theory, design and application*. UK: John Wiley & Sons.
- [12] Yin, X., Wang, Z., Song, Q., Huang, Y. & Zhang, R. (2017). Estimate of ocean wind vectors inside tropical cyclones from polarimetric radiometer. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(5), 1701-1714.
- [13] Ricciardulli, L. & Wentz, F. J. (2015). A scatterometer geophysical model function for climate-quality winds: QuikSCAT Ku-2011. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 32(10), 1829-1846.
- [14] Lu, X., McElroy, M. B. & Kiviluoma, J. (2009). Global potential for wind-generated electricity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(27), 10933-10938.
- [15] Dhanju, A., Whitaker, P. & Kempton, W. (2008). Assessing offshore wind resources: An accessible methodology. *Renewable Energy*, 33(1), 55-64.
- [16] Archer, C. L. & Jacobson, M. Z. (2005). Evaluation of global wind power. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110(D12).
- [17] Nicholson, S. E. (2018). The ITCZ and the seasonal cycle over equatorial Africa. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99(2), 337-348.
- [18] Klocke, D., Brueck, M., Hohenegger, C. & Stevens, B. (2017). Rediscovery of the doldrums in storm-resolving simulations over the tropical Atlantic. *Nature Geoscience*, 10(12), 891.
- [19] Singh, R. K., & Ahmed, M. R. (2013). Blade design and performance testing of a small wind turbine rotor for low wind speed applications. *Renewable Energy*, 50, 812-819.
- [20] Lei, M., Shiyan, L., Chuanwen, J., Hongling, L. & Yan, Z. (2009). A review on the forecasting of wind speed and generated power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(4), 915-920.
- [21] Hansen, K. S., Barthelmie, R. J., Jensen, L. E. & Sommer, A. (2012). The impact of turbulence intensity and atmospheric stability on power deficits due to wind turbine wakes at Horns Rev wind farm. *Wind Energy*, 15(1), 183-196.
- [22] Doolan, C. J., Moreau, D. J. & Brooks, L. A. (2012). Wind turbine noise mechanisms and some concepts for its control. *Acoustics Australia*, 40(1).
- [23] Schubel, P. J. & Crossley, R. J. (2012). Wind turbine blade design. *Energies*, 5(9), 3425-3449.

- [24] Pérez, J. M. P., Márquez, F. P. G., Tobias, A. & Papaelias, M. (2013). Wind turbine reliability analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23, 463-472.
- [25] Betz, A. (2013). The maximum of the theoretically possible exploitation of wind by means of a wind motor. *Wind Engineering*, 37(4), 441-446.
- [26] Şen, Z. (2013). Modified wind power formulation and its comparison with Betz limits. *International Journal of Energy Research*, 37(8), 959-963.
- [27] Lydia, M., Kumar, S. S., Selvakumar, A. I., & Kumar, G. E. P. (2014). A comprehensive review on wind turbine power curve modeling techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 452-460.

## PENGEMBANGAN APLIKASI *MOBILE TELLER* LEMBAGA PERKREDITAN DESA BERBASIS ANDROID

I Ketut Suwintana<sup>1</sup>, I Gusti Putu Fajar Pranadi Sudhana<sup>2</sup>, Ni Kadek Dessy Hariyanti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Akuntansi, Politeknik Negeri Bali

<sup>2</sup>Jurusan Pariwisata, Politeknik Negeri Bali

<sup>3</sup>Jurusan Administrasi Niaga, Politeknik Negeri Bali

<sup>1</sup>tutswint@pnb.ac.id

**Abstrak:** Saat ini perkembangan teknologi internet begitu pesat dan semakin murah, hampir semua *smartphone* terkoneksi internet. Hal ini dapat dimanfaatkan oleh Lembaga Perkreditan Desa (LPD) terutama petugas kolektor dalam melayani transaksi nasabah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi *mobile teller* LPD berbasis Android. Metode penelitian yang digunakan adalah mengikuti tahapan pengembangan perangkat lunak dengan metode *system development life cycle* (SDLC) melalui pendekatan air terjun (*waterfall approach*), yang meliputi: (1) *system engineering*, (2) *analysis*, (3) *design*, (4) *coding*, (5) *testing*, dan (6) *maintenance*. Fasilitas yang disediakan dalam aplikasi ini adalah transaksi setoran, tarikan tunai, laporan mutasi tabungan, pinjaman, dan deposito, serta laporan transaksi harian *teller*. Aplikasi *mobile* mengakses replikasi *database* LPD (DBMS MySQL) di *hosting server* melalui *web service*, dan data yang ada di *database server* LPD (MS SQL) akan disinkronisasi setiap 5 detik dengan menggunakan aplikasi *switching* sinkronisasi data. Berdasarkan pengujian aplikasi yang dilakukan dengan metode *black box testing*, semua fungsi aplikasi telah berjalan dengan baik.

**Kata kunci:** *Teller, Aplikasi Mobile, Web Service, LPD, Android.*

**Abstract:** *Currently the development of internet technology is so rapid and more inexpensive. Meanwhile almost all smartphones are connected to Internet. This condition can be used by Village Microfinance Institution (Lembaga Perkreditan Desa or LPD), mainly by collector officers to facilitate their customer transactions. The purpose of this study is to develop Mobile LPD Teller (an Android based application). The software development uses system development life cycle (SDLC) on waterfall approach, which includes: (1) systems engineering, (2) analysis, (3) design, (4) coding, (5) testing, and (6) maintenance. Some facilities provided by this application are the deposit transaction, statement savings, loans, and deposits, as well as daily transaction reports teller. The application will access the LPD's database replication (DBMS MySQL) in the hosting server via Web Service, and the existing data in the LPD Server database (MS SQL) will be synchronized every 5 seconds by switching data synchronization. The testing of application system is done by Black Box Testing method. The test shows all application functions are running well.*

**Keywords:** *Teller, Mobile Application, Web Service, LPD, Android.*

### I. PENDAHULUAN

Lembaga Perkreditan Desa (LPD) merupakan lembaga keuangan yang didirikan dan dimiliki oleh desa adat di Bali. LPD berfungsi sebagai wadah kekayaan desa adat yang melaksanakan fungsi pemberdayaan ekonomi masyarakat pedesaan di Bali [1]. LPD bertujuan untuk membantu masyarakat desa dalam mengembangkan kegiatan ekonominya, khususnya bagi masyarakat ekonomi lemah dengan menyelenggarakan aktifitas simpan pinjam.

Meningkatnya jumlah aset yang dikelola oleh LPD akan meningkatkan volume transaksi keuangan yang ditanganinya. Dukungan teknologi informasi dalam operasional LPD menjadi hal yang sangat penting [2]. LPD telah berusaha memberikan pelayanan maksimal kepada masyarakat, hal ini terbukti dengan sebagian besar LPD di Bali telah memiliki Sistem Informasi secara komputerisasi (*Microbanking System*).

Selain itu, agar minat masyarakat menyimpan dana di LPD lebih meningkat, LPD memberikan pelayanan dengan cara sistem jemput bola. Masyarakat yang ingin menempatkan dananya di LPD tidak perlu datang ke kantor LPD untuk mengurus semua

persyaratan yang dibutuhkan [3]. Petugas Kolektor LPD langsung datang ke tempat nasabah untuk melakukan transaksi penyimpanan/penarikan dana tabungan atau pembayaran kredit.

Petugas Kolektor LPD mencatat transaksi yang dilakukan dalam sebuah buku catatan. Semua transaksi yang dilakukan dengan nasabah diinput secara manual dalam Sistem Informasi saat petugas kolektor kembali ke kantor LPD. Pencatatan transaksi yang masih manual memiliki beberapa kelemahan, antara lain masih dibutuhkan waktu tambahan untuk input data transaksi ke aplikasi *Microbanking System* yang dimiliki LPD dan ada kemungkinan terjadi kesalahan saat input data yang tidak sesuai dengan data yang diberikan oleh Petugas Kolektor LPD. Selain itu, nasabah masih memiliki keraguan tentang dana yang disetorkan mungkin tidak akan sampai ke LPD, karena masih ada kemungkinan terjadi kesalahan dimana transaksi tidak tercatat dalam *Microbanking System* yang dimiliki LPD.

Di sisi lain, perkembangan teknologi informasi terutamanya dalam bidang *mobile phone* telah berhasil membuat kemampuan sebuah *mobile phone* menyamai kemampuan komputer yang disebut sebagai

smartphone. Android merupakan salah satu sistem operasi yang berada dalam *smartphone* yang paling banyak digunakan saat ini. Hal ini karena Android bersifat *open source* yang memungkinkan untuk mengembangkan suatu aplikasi sendiri. Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang buat menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam peranti bergerak [4].

Selain itu, perkembangan teknologi internet sudah sangat pesat dan semakin murah, hampir semua *smartphone* saat ini terkoneksi internet. Kecepatan koneksi internet dengan revolusi teknologi 4G memungkinkan untuk membangun sebuah Aplikasi *Mobile Teller* yang dapat dimanfaatkan oleh tenaga kolektor LPD.

Saat ini, sebagian besar Lembaga Perkreditan Desa (LPD) yang ada di Bali telah memiliki aplikasi *Microbanking System* yang sudah stabil dalam pengelolaan simpan pinjam. Penelitian sebelumnya tentang aplikasi Lembaga Perkreditan Desa berbasis android telah dilakukan oleh Sucipta, dkk [5]. Namun Aplikasi Lembaga Perkreditan Desa berbasis Android hasil penelitian tersebut belum diintegrasikan dengan aplikasi *Microbanking System* yang telah dimiliki oleh LPD.

Aplikasi berbasis Android yang dibutuhkan LPD adalah sebuah aplikasi teller yang terintegrasi dengan Aplikasi *Microbanking System* yang telah dimiliki oleh LPD. Aplikasi *Mobile Teller* LPD ini yang akan digunakan oleh petugas kolektor LPD dalam melayani nasabah dalam bertransaksi tanpa harus mengganti aplikasi *Microbanking System* yang telah ada. Penggunaan aplikasi *Mobile Teller* ini diharapkan dapat mengatasi kelemahan pencatatan transaksi yang dilakukan oleh petugas kolektor LPD sehingga dapat meningkatkan mutu pelayanan LPD. Aplikasi *Mobile Teller* LPD akan memberikan manfaat yang signifikan diantaranya dapat meminimalkan kesalahan pencatatan transaksi, dapat memberikan informasi kepada nasabah secara *real time*, dan dapat menambah *brand image* LPD di masyarakat desa adat.

Android merupakan sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile seperti *smartphone* dan *tablet*. Android dikembangkan oleh *Open Handset Alliance* yang dipimpin oleh Google. Aplikasi Android dibuat dengan bahasa pemrograman Java, tapi tidak dijalankan dengan Java ME (*Mobile Edition*) VM, dan kelas *compiler* beserta file *executable* tidak akan berjalan secara *native* di Android [6]. Android menyediakan sebuah *run time environment* dengan nama Dalvik *Virtual Machine* yang merupakan optimalisasi dari Java *Runtime Environment* untuk membangun aplikasi dengan sistem memori yang kecil. Terdapat tiga kategori aplikasi pada Android [7], yakni *Foreground Activity*, *Background Service*, *Intermittent Activity*. Aplikasi yang termasuk pada *Foreground Activity* adalah aplikasi yang hanya dapat dijalankan jika tampil pada layar dan tetap efektif walaupun tidak terlihat. Aplikasi dengan tipe ini mempertimbangkan siklus hidup *activity*, sehingga perpindahan antar

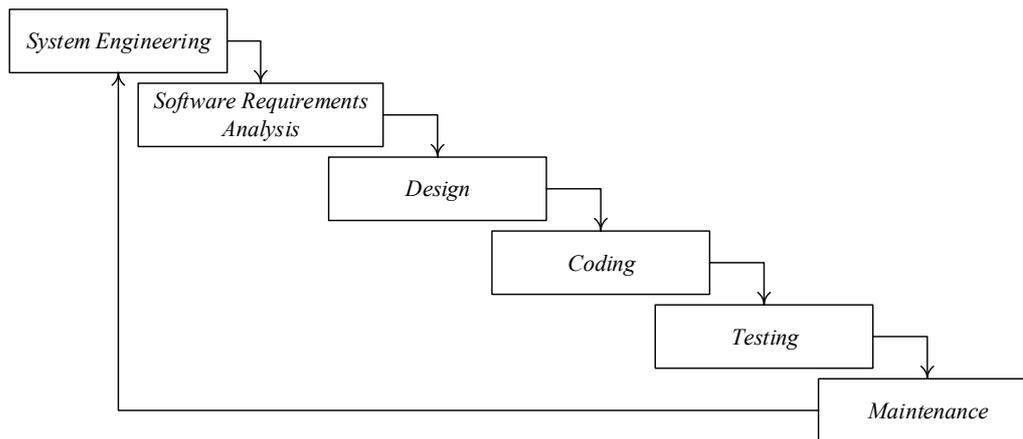
*activity* dapat berlangsung dengan lancar. Aplikasi yang termasuk pada *Background Service* adalah aplikasi yang memiliki interaksi terbatas dengan pemakai, selain dari pengaturan konfigurasi, semua dari prosesnya tidak tampak pada layar. Sebagai contoh adalah aplikasi penyaringan panggilan atau sms *auto respond*. Aplikasi yang termasuk pada *Intermittent Activity* adalah aplikasi yang masih membutuhkan beberapa masukan dari pengguna, namun sebagian sangat efektif jika dijalankan di *background*. Jika diperlukan, maka akan memberi tahu pengguna tentang kondisi tertentu seperti misalnya pemutar musik.

*Web Service* merupakan sekumpulan fungsionalitas yang memungkinkan *client* dan *server* berkomunikasi melalui *HyperText Transfer Protocol* (HTTP) untuk pertukaran data atau komunikasi antar aplikasi yang berbeda platform [8]. *Web Service* menggunakan format standar antara lain HTTP, XML, SSL, SMTP, SOAP dan JSON dalam melakukan pertukaran data [9]. Format standar yang lebih sering digunakan adalah JSON karena mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, mudah diterjemahkan dan dibuat oleh komputer [10]. Terdapat dua metode dalam mengimplementasikan *Web Service* yaitu dengan protokol SOAP dan arsitektur REST (*Representational State Transfer*). Penggunaan metode REST lebih baik dari SOAP untuk implementasi *Web Service*, terutama dalam hal *latency*, penggunaan *bandwidth* dan ketahanan sistem secara keseluruhan [11].

## II. METODE PENELITIAN

Memuat materi atau komponen, alat dan obyek yang diteliti, cara kerja penelitian, parameter yang diamati, rancangan yang digunakan dan teknik analisisnya. Penelitian ini bertujuan untuk membangun Aplikasi *Mobile Teller* yang terintegrasi dengan Aplikasi *Microbanking System* yang telah dimiliki oleh LPD. Aplikasi ini dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan Pegawai Kolektor di Lembaga Perkreditan Desa (LPD). Berknaan dengan tujuan penelitian, maka penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan atau *research and development* (R&D). Penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil studi pada Lembaga Perkreditan Desa (LPD) Kuta-Bali. Sedangkan obyek penelitian adalah proses transaksi simpan pinjam di LPD Kuta.

Metode penelitian yang digunakan mengikuti tahapan pengembangan perangkat lunak dengan metode *system development life cycle* (SDLC) melalui *waterfall approach* seperti terlihat pada Gambar 1. Metode ini terdiri atas enam tahapan yang meliputi: (1) *system engineering*, (2) *analysis*, (3) *design*, (4) *coding*, (5) *testing*, dan (6) *maintenance* [12]. Tahap tersebut dinamakan *waterfall* karena pada setiap tahapan sistem akan dikerjakan secara berurut menurun dari satu ke tahap yang lain [13].



Gambar 1. Metode *System Development Life Cycle* (SDLC)

### 2.1. *System Engineering*

*System engineering* atau rekayasa sistem merupakan tahap awal dalam pengembangan aplikasi. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi informasi yang dibutuhkan oleh LPD Kuta. Melalui identifikasi informasi kebutuhan, dapat dihimpun kandungan umum basis data dari sistem pengelolaan keuangan yang ada di LPD Kuta. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi kegiatan yang dilakukan oleh seorang kolektor LPD.

### 2.2. *Software Requirements Analysis*

Tahap *Software Requirements Analysis* merupakan tahap pengumpulan persyaratan perangkat lunak. Agar dapat memahami aplikasi yang akan dibangun, seorang *system analyst* harus memahami domain informasi yang dibutuhkan oleh organisasi/perusahaan, terutama fungsi-fungsi yang dibutuhkan, kinerja sistem, dan antarmuka sistem [14]. Pada tahap ini, yang dilakukan adalah mengidentifikasi Sistem Informasi dan infrastruktur yang sudah dimiliki oleh LPD Kuta. LPD Kuta telah memiliki aplikasi *Microbanking System* yang digunakan sebagai pengelolaan keuangan LPD. Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan, analisis alur dan proses kerja aplikasi *Microbanking System*. Hasil analisis ini berguna dalam memastikan agar aplikasi android dapat didesain terintegrasi dengan aplikasi *Microbanking System*.

### 2.3. *Design*

Tahap ini merupakan proses penerjemahan hasil analisis sistem ke dalam sebuah representasi perangkat lunak yang dapat dinilai kualitasnya sebelum coding dimulai. Pada tahap ini yang dilakukan adalah merancang struktur data (*database*), arsitektur sistem, detail prosedur, dan desain antarmuka dari Aplikasi *Mobile Teller LPD*. Basis data yang digunakan dalam aplikasi ini adalah DBMS MySQL yang sebagian merupakan replikasi basis data *Microbanking System*. Agar aplikasi *Mobile Teller LPD* dapat terintegrasi dengan aplikasi *Microbanking System*, maka dalam

arsitektur sistem ditambahkan *Web Service* dan aplikasi *switching* sinkronisasi data.

### 2.4. *Coding*

Pada tahap ini dilakukan pembuatan kode program (*coding*). *Coding* merupakan proses menerjemahkan hasil desain ke dalam bentuk yang dapat dibaca oleh komputer. Jika desain dilakukan secara rinci, maka proses *coding* akan dapat dilakukan secara sistematis. Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan aplikasi berbasis Android, dimana kode program dibuat dengan menggunakan Android Studio 2.1.3. Sementara itu, *Web Service* dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan aplikasi *Switching Sinkronisasi Data* dibuat dengan bahasa pemrograman VB.Net.

### 2.5. *Testing*

Setelah *coding* selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan pengujian (*testing*) program. Fokus proses pengujian dilakukan pada logika internal dan fungsional dari aplikasi, untuk memastikan bahwa semua statemen telah berjalan dengan baik. Proses pengujian dilakukan untuk mengungkap kesalahan dan memastikan bahwa input yang ditetapkan akan memberikan hasil aktual sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian aplikasi *Mobile Teller* dilakukan dengan menggunakan metode *Black Box Testing*.

### 2.6. *Maintenance*

*Maintenance* dilakukan untuk menanggulangi perubahan yang muncul saat aplikasi disampaikan kepada pengguna. Selain itu, *maintenance* dibutuhkan untuk menanggulangi kesalahan yang terjadi saat digunakan oleh pengguna. Perbaikan dan perubahan aplikasi juga dapat terjadi untuk mengakomodasi perubahan lingkungan eksternal.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

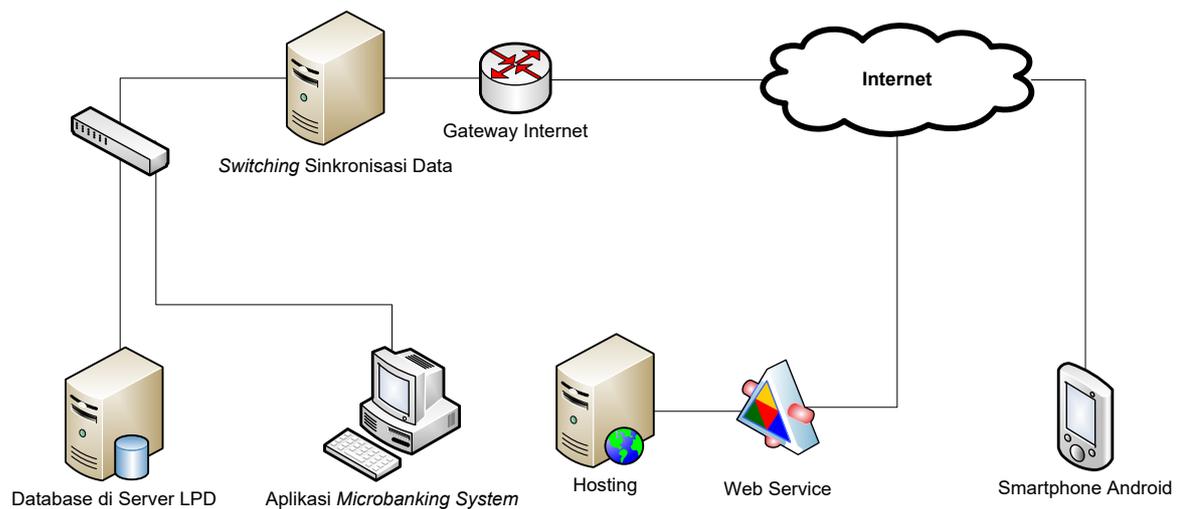
### 3.1. *Analisa dan Arsitektur Sistem*

LPD Kuta yang digunakan sebagai tempat penelitian, saat ini telah memiliki Sistem Informasi

yang terdiri dari *Microbanking System* dan Sistem Akuntansi LPD. Sistem Informasi tersebut berbasis *Client-Server* dan berjalan pada server berbasis Windows dengan *database* Microsoft SQL Server. LPD Kuta juga telah memiliki koneksi internet global dengan satu nomor IP *public*. Hal ini sangat mendukung proses penelitian yang dilakukan.

Aplikasi *Mobile Teller* yang dikembangkan merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan

oleh Pegawai Kolektor LPD untuk menjalankan tugasnya dalam mencatat jumlah setoran/tarikan tabungan dari nasabah. Aplikasi mobile ini terintegrasi dengan *Microbanking System* yang telah dimiliki oleh LPD melalui *Web Service*. Arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur sistem

Pengembangan aplikasi dilakukan dalam tiga bagian, yaitu: Aplikasi *Mobile Teller* LPD, *Web Service*, dan Aplikasi *Switching Sinkronisasi Data*. Aplikasi *Mobile Teller* LPD berbasis Android yang digunakan untuk melakukan transaksi setoran dan tarikan tunai, menampilkan laporan mutasi tabungan, simpanan wajib, pinjaman, dan deposito, dan laporan transaksi harian dari *teller*. Aplikasi mobile ini akan mengakses replikasi basis data *Microbanking System* LPD (DBMS MySQL) di *hosting server* melalui *Web Service*. Aplikasi *Mobile Teller* LPD ini dikembangkan dengan menggunakan Android Studio.

*Web Service* dibangun dalam bahasa pemrograman PHP dengan arsitektur REST *service* dengan format JSON. Format JSON dipilih karena penggunaan format JSON akan mempercepat proses pengunduhan data dari web dibandingkan dengan menggunakan dokumen XML yang ukurannya relatif lebih besar.

Aplikasi *Switching Sinkronisasi Data* akan melakukan sinkronisasi data yang digunakan oleh aplikasi *Microbanking System* yang berada di *server* LPD dengan *database* MySQL di *hosting server*. *Switching Sinkronisasi Data* dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman VB.Net yang digunakan sebagai perantara antara *database* di *hosting server* yang dapat diakses secara *public* dan *database* di *server* LPD yang diakses secara *private*. Aplikasi *Switching Sinkronisasi Data* bertujuan agar *database server* LPD bisa terlindungi. Sinkronisasi

data antara *database* di *server* LPD dan *database* di *hosting server* dilakukan secara otomatis setiap 5 detik.

### 3.2. Pemodelan Proses

#### 3.2.1. Data Flow Diagram Aplikasi

Aplikasi *Mobile Teller* LPD dirancang untuk mendukung aplikasi *Microbanking System* yang telah dimiliki oleh LPD Kuta. Aliran data pada Aplikasi *Mobile Teller* digambarkan dengan menggunakan Data Flow Diagram (DFD) seperti pada Gambar 3. DFD level 1 memiliki satu entitas dan tiga proses yaitu proses aplikasi android, *web service*, dan *switching sinkronisasi data*.

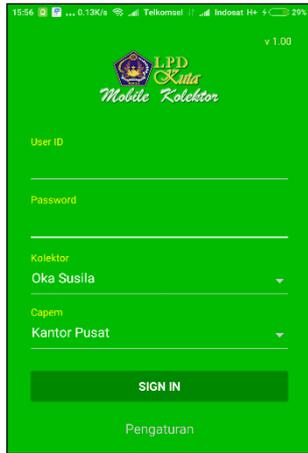
Urutan proses penggunaan aplikasi *Mobile Teller* LPD dimulai dari petugas kolektor yang melakukan *login*, dilanjutkan dengan memilih proses yang diinginkan di Menu Utama. Proses yang dapat dipilih antara lain: Setoran Tunai, Tarikan Tunai, Mutasi Tabungan, Mutasi Kredit, Mutasi Deposito, dan Histori Transaksi. Untuk setiap proses transaksi yang dilakukan, kolektor akan diminta memasukkan Nomor Rekening Nasabah dan jumlah transaksi yang dilakukan. Selanjutnya, proses akan dilanjutkan dengan sinkronisasi data oleh aplikasi *Switching* secara *back end system*. Jika transaksi berhasil, maka akan ditampilkan informasi bahwa transaksi telah sukses dilakukan dan dapat menampilkan histori transaksi yang telah dilakukan. Aplikasi DFD dapat dilihat pada Gambar 3.



**3.3. Tampilan Antarmuka**

**3.3.1. Halaman login**

Halaman *login* merupakan tampilan yang pertama kali dimunculkan saat aplikasi dijalankan oleh pemakai. Tampilan halaman *login* seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman *login*

Jumlah karakter yang digunakan sebagai *User Id* dibatasi minimal 4 digit yang merupakan kombinasi huruf dan angka.

**3.3.2. Halaman Utama**

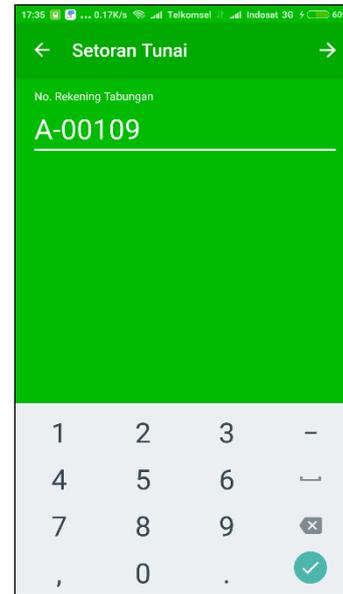
Halaman utama berupa halaman menu Aplikasi *Mobile Teller LPD*. Tampilan halaman utama memiliki 9 menu utama seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Halaman utama

**3.3.3. Halaman Input Nomor Rekening**

Halaman input nomor rekening untuk setoran tunai ditunjukkan pada Gambar 7.

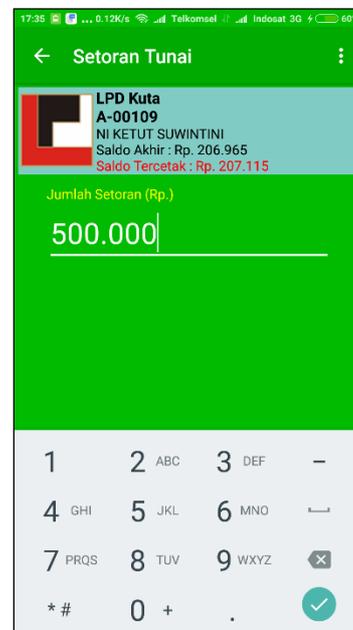


Gambar 7. Halaman input nomor rekening

Jumlah karakter untuk nomor rekening disesuaikan dengan *Microbanking System* yang telah dimiliki oleh LPD. Untuk LPD Kuta, nomor rekening yang digunakan adalah kombinasi satu huruf dan lima digit angka.

**3.3.4. Halaman Setoran Tunai**

Tampilan untuk halaman setoran ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman setoran tunai

**3.3.5. Halaman Mutasi**

Tampilan halaman mutasi kredit ditampilkan pada Gambar 9.

Tanggal	Pokok	Bunga	Denda	Sisa Pinjaman
27 Agt 2015	2.195.150	1.804.850	0	161.879.100
25 Sep 2015	0	1.780.700	0	161.879.100
28 Okt 2015	249.300	1.780.700	0	161.629.800
27 Nop 2015	222.050	1.777.950	0	161.407.750
29 Des 2015	2.224.500	1.775.500	0	159.183.250
26 Jan 2016	1.248.950	1.751.050	0	157.934.300
25 Feb 2016	46.262.700	1.737.300	0	111.671.600
24 Mar 2016	1.771.600	1.228.400	0	109.900.000
25 Apr 2016	1.791.100	1.208.900	0	108.108.900
26 Mei 2016	3.810.800	1.189.200	0	104.298.100
27 Jun 2016	1.852.700	1.147.300	0	102.445.400
18 Jul 2016	2.873.100	1.126.900	0	99.572.300

Gambar 9. Halaman mutasi kredit

### 3.3.6. Halaman Histori Transaksi

Tampilan halaman histori transaksi yang dilakukan oleh Petugas Kolektor LPD dalam satu hari terlihat seperti pada Gambar 10.

Tanggal	Tipe	Debet
11 Mar 2017	J-03508 NI KETUT SUDARNI	02 450.000
11 Mar 2017	E-03002 MADE SUMANTRA,SE	01 500.000
11 Mar 2017	E-03005 PT YASMINDA CISTACARA	01 500.000
11 Mar 2017	E-03004 NYOMAN BAGUS	01 500.000
11 Mar 2017	E-03003 MADE NINDIA DANA	01 500.000
11 Mar 2017	I-02081 NI WAYAN ARIANI	02 150.000
11 Mar 2017	E-02870 A.A MD PUTRI SUCI	02 500.000

Gambar 10. Halaman histori transaksi

### 3.4. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan metode pengujian *Black Box Testing* yaitu dengan sejumlah masukan untuk mengetahui apakah fungsi aplikasi sudah berjalan dengan benar. Pengujian aplikasi melibatkan enam belas (16) orang petugas kolektor LPD yang dilakukan secara obyektif dengan jumlah nasabah sebanyak 100 nasabah yang

diambil secara acak. Hasil pengujian aplikasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian aplikasi

Kelas Uji	Butir Uji	Hasil Uji
Menjalankan aplikasi	Muncul halaman <i>login</i> aplikasi	Valid
	Verifikasi <i>username</i> dan <i>password</i>	Valid
Setoran Tunai	Input No. Rekening dan simpan jumlah setoran	Valid
	Input dan simpan jumlah setoran	Valid
Tarikan Tunai	Input No. Rekening dan simpan jumlah tarikan	Valid
	Input dan simpan jumlah tarikan	Valid
Mutasi Tabungan	Input No. Rekening List mutasi tabungan	Valid
	List mutasi tabungan	Valid
Mutasi Kredit	Input No. Kredit List mutasi kredit	Valid
	List mutasi kredit	Valid
Mutasi Deposito	Input No. Deposito List mutasi deposito	Valid
	List mutasi deposito	Valid
Histori Transaksi	Histori transaksi dari petugas kolektor	Valid

Hasil pengujian sistem menunjukkan fungsi aplikasi telah berjalan dengan baik.

## IV. KESIMPULAN

Aplikasi Mobile Teller LPD berbasis Android yang dikembangkan terintegrasi dengan *Microbanking System* yang telah dimiliki oleh LPD. Pengembangan aplikasi mengikuti tahapan pengembangan perangkat lunak dengan metode *system development life cycle* (SDLC) melalui *waterfall approach*. Aplikasi mobile dibuat dengan menggunakan Android Studio 2.1.3 dan basis data menggunakan DBMS MySQL yang sebagian tabelnya merupakan replikasi dari basis data *Microbanking System*. Basis data ini tersimpan di *Hosting Server* dan diakses melalui *Web Service*. Dengan menggunakan aplikasi *Mobile Teller* ini, LPD tidak perlu untuk mengubah aplikasi *Microbanking System* yang telah dimiliki. Data yang ada di basis data *Server* LPD disinkronisasi dengan basis data di *Hosting Server* setiap 5 detik dengan menggunakan aplikasi *Switching Sinkronisasi Data*. Penggunaan *Switching Sinkronisasi Data* akan lebih menjamin keamanan data yang ada dalam basis data *Server* LPD.

Fasilitas yang ada dalam Aplikasi *Mobile Teller* LPD meliputi transaksi setoran, tarikan tunai, menampilkan laporan mutasi tabungan, pinjaman/kredit, deposito, dan menampilkan laporan transaksi harian dari Petugas Kolektor LPD. Aplikasi *mobile* ini digunakan oleh Petugas Kolektor LPD dalam melayani nasabah dan diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan terutama dalam meminimalkan kesalahan pencatatan transaksi, mampu memberikan

informasi kepada nasabah secara *real time*, dan menambah *brand image* LPD di masyarakat desa adat.

Pengujian terhadap persyaratan fungsi aplikasi dilakukan dengan menggunakan metode *Black Box Testing*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fungsi aplikasi telah berjalan dengan baik. Selanjutnya aplikasi *mobile* ini dapat dikembangkan dengan menambahkan fasilitas pencetakan bukti transaksi dengan menggunakan *portable printer*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada *editor* dan *reviewer* Jurnal MATRIX atas proses publikasi artikel ilmiah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gunawan, K. (2009). Analisis faktor kinerja organisasi lembaga perkreditan desa di Bali (suatu pendekatan perspektif *balanced Scorecard*). *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, 11(2), 172-182.
- [2] Suarta, I.M. & Sudiadnyani, I.O. (2014). Studi faktor penentu penerimaan dan penggunaan sistem informasi akuntansi pada lembaga perkreditan desa. *Journal of Information Systems*, 10(1), 45-52.
- [3] Sundarianingsih, P. (2014). Evaluasi keberhasilan lembaga perkreditan desa (LPD) dalam menggerakkan sosial ekonomi masyarakat pedesaan (studi pada lembaga perkreditan desa (LPD) Desa Adat Pekutatan). *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 12(1), 69-85.
- [4] Bharathi, J. M., Hemalatha, S., Aishwarya, V., Meenapriya, C. & Grace, L.H. (2010). Advancement in mobile communication using android. *International Journal of Computer Applications*, 1(7), 95-98.
- [5] Sucipta, G., Wirawan, I.M.A. & Arthana, I.K.R. (2015). Pengembangan aplikasi simpan pinjam perkreditan desa berbasis android di LPD Desa Pemaron. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*. 4(4).
- [6] Meier, R. (2012). *Professional android 4 application development*. Indiana-polis: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Meier, R. (2009). *Professional android Application Development*. Indiana-polis: Wiley Publishing, Inc.
- [8] Bhuvanawari, N. & Sujatha, S. (2011). *Integrating SOA and web services*. Denmark: River Publishers.
- [9] Dospinescu, O. & Perca, M. (2013). Web services in mobile applications. *Informatica Economica*, 17(2), 17-26.
- [10] Lee, W.-M. (2012). *Beginning android 4 application development*. Indiana-polis: John Wiley & Sons, Inc.
- [11] Sungkur, R. K. & Daiboo, S. (2015). SOREST, a novel framework combining SOAP and REST for implementing web services. *Proceedings of the second international conference on data mining, internet computing, and big data*, 22-34.
- [12] Pressman, R. S. (2001). *Software engineering a practitioner's approach*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [13] Supriyanto, A. (2005). *Pengantar teknologi informasi*. Jakarta: Salemba Infotek.
- [14] Suwintana, I.K. & Suarta, I.M. (2014). Perancangan sistem informasi akuntansi siklus pendapatan berbasis komputer pada usaha jasa penyewaan kendaraan. *Prosiding Simposium Nasional Akuntansi Vokasi ke-3*, 583-594.

## PERANCANGAN SISTEM *ENTERPRISE RESOURCE PLANNING* (ERP) DI PERUSAHAAN KARYA CIPTA BUANA SENTOSA MENGUNAKAN OPENBRAVO

**Purmasari<sup>1</sup>, Ressa Priskila<sup>2</sup>, Damar Suryo Sasono<sup>3</sup>, Sunardi<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Universitas Palangka Raya

<sup>3</sup>Teknik Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta

<sup>4</sup>Teknik Informatika, Universitas Nahdlatul Ulama Nusa Tenggara Barat

<sup>1</sup>purmasari21@gmail.com

**Abstrak:** Perusahaan Karya Cipta Buana Sentosa adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi dan pendistribusian ikan yang berada di Nusa Tenggara Timur yang terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian penjualan, produksi, pengadaan, penyimpanan dan keuangan. Proses bisnis di perusahaan ini dilakukan secara manual dan belum terintegrasi secara keseluruhan dalam pengelolaan data dan informasi sehingga proses bisnis tidak dapat bekerja secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membantu perusahaan dalam merancang sistem informasi menggunakan *Enterprise Resource Planning* (ERP) yang merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengintegrasikan proses bisnis perusahaan ke dalam sistem komputerisasi. Hasil dari penelitian ini berupa perancangan sistem menggunakan aplikasi Openbravo dengan proses *addition, elimination, simplification, integration* dan *automation*. Penerapan aplikasi Openbravo dalam perancangan ini diharapkan dapat mendukung integrasi proses bisnis di setiap bagian dalam perusahaan.

**Kata kunci:** *Enterprise Resource Planning, Openbravo, Perancangan, Proses Bisnis.*

**Abstract:** *Karya Cipta Buana Sentosa is a fishery company engaged in production and distribution in East Nusa Tenggara, which has several departments, namely sales, procurement, storage, production and finance. Business processes in this company are still running manually and not yet integrated in data and information management so the processes cannot work effectively and efficiently. Therefore, this research is conducted to help the company in designing information system using Enterprise Resource Planning (ERP), which is a method used to integrate the business process system to the computerization system. The result of this research is a system design using Openbravo application with addition, elimination, simplification, integration and automation processes. The implementation of Openbravo application is expected to support the integration of business processes in every department of the company.*

**Keywords:** *Enterprise Resource Planning, Openbravo, Design, Business Process.*

### I. PENDAHULUAN

Perusahaan Karya Cipta Buana Sentosa merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan produksi dan pendistribusian ikan dengan memproduksi mencapai 150-300 ton per bulan yang dijual ke luar daerah Nusa Tenggara Timur maupun ke luar negeri. Pada perusahaan ini, teknologi informasi yang digunakan dalam mengelola sistem informasi proses bisnis perusahaan masih bersifat manual sehingga memerlukan lebih banyak waktu dan tenaga dalam pengolahan data maupun informasi produksi. Untuk mengatasi permasalahan ini perlu adanya suatu pembaharuan dan perancangan sistem informasi yang terintegrasi dan terkomputerisasi dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses bisnis [1]. Perancangan dan perencanaan strategis disesuaikan dengan proses bisnis perusahaan dan mengikuti perubahan teknologi untuk meningkatkan nilai bisnis dan keunggulan kompetitif [2]. Penggunaan teknologi informasi meningkatkan kinerja dan mengotomatiskan proses bisnis perusahaan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan meningkatkan kesuksesan bisnis perusahaan [3].

Metode yang akan digunakan dalam proses perancangan ini adalah *Enterprise Resource Planning*

(ERP) yang merupakan sebuah sistem untuk mengintegrasikan proses bisnis perusahaan secara komputerisasi. ERP adalah sebuah sistem yang terintegrasi dengan seluruh proses yang ada dalam sebuah perusahaan yang dapat meningkatkan kinerja dan mempercepat semua proses sehingga dapat meningkatkan pendapatan perusahaan [4]. ERP dapat mengelola proses bisnis dan sumber daya perusahaan secara menyeluruh dengan cara mengintegrasikan proses bisnis dalam perusahaan [5]. ERP adalah konsep untuk merencanakan dan mengelola sumber daya untuk mendukung berbagai fungsi dalam perusahaan, sehingga pekerjaan menjadi lebih efisien dan dapat memberikan pelayanan terbaik bagi konsumen yang dapat memberikan keuntungan maksimal bagi perusahaan [6]. ERP merupakan strategi yang sering digunakan oleh perusahaan untuk meningkatkan kualitas sistem informasi perusahaan. Aplikasi ERP dapat mendukung proses bisnis perusahaan dengan mengintegrasikan aktivitas dalam perusahaan yang termasuk penjualan, produksi, logistik, akuntansi dan sumber daya manusia [7].

Sistem dalam penelitian ini diaplikasikan dengan menggunakan sebuah aplikasi Openbravo. Openbravo ERP adalah sebuah aplikasi yang

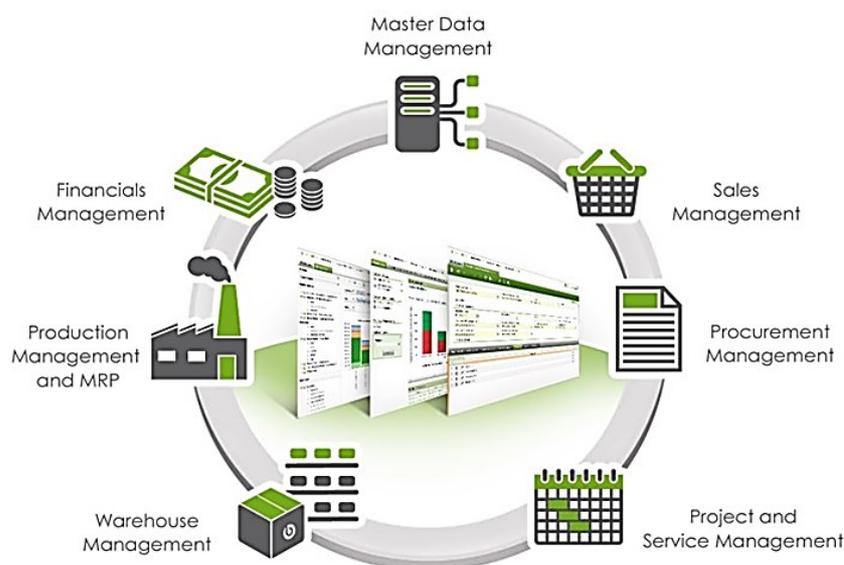
terintegrasi dari beberapa sistem yang bertujuan untuk membantu, mengelola dan meningkatkan kinerja perusahaan dengan menyesuaikan fungsi dan fitur sistem manajemen perusahaan yang meliputi sistem produksi, persediaan, pengadaan, penjualan, CRM (*Customer Relationship Management*) dan POS (*Point of Sale*) [8].

Perancangan ERP pada penelitian [6] dengan menggunakan aplikasi Openbravo menghasilkan usulan rancangan sistem dan rancangan implementasi perusahaan. Perancangan ini dilakukan pada proses bisnis penjualan produk, pengadaan, produksi dan pencatatan finansial dengan menggunakan modul Openbravo. Aplikasi Openbravo adalah aplikasi open source berbasis web yang digunakan untuk melihat informasi proses bisnis yang meliputi alur kerja, proses produksi, persediaan, informasi pelanggan, dan pelacakan pesanan. Hasil penelitian [5] menunjukkan bahwa dengan menggunakan aplikasi Openbravo, perusahaan dapat mencatat dan mengotomatiskan proses bisnis perusahaan yang meliputi penjualan, pengadaan, produksi, proyek dan keuangan. Penerapan aplikasi Openbravo menyimpulkan bahwa aplikasi ini dapat mengintegrasikan proses bisnis perusahaan yang memberikan manfaat berupa minimalisasi jumlah pekerjaan dan aliran informasi yang diterima lebih akurat serta memberikan dampak yang baik bagi pelanggan dengan pelayanan yang cepat dan tepat waktu [9].

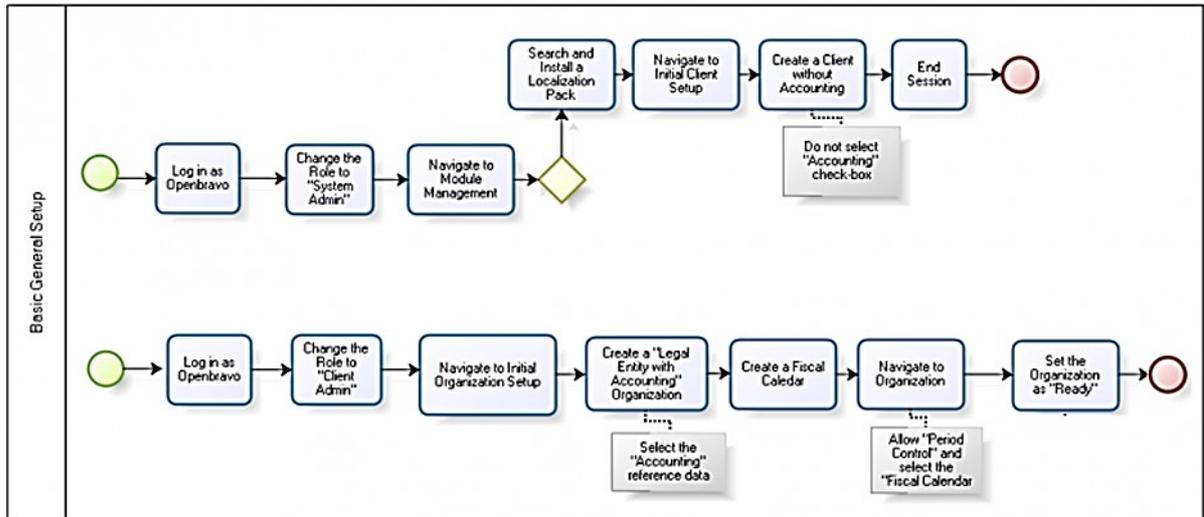
Penerapan Openbravo pada divisi penjualan, produksi dan inventory memberikan hasil yang memuaskan dengan mempersingkat waktu rata-rata pelaksanaan dalam proses bisnis perusahaan [10]. Selain itu, hasil penelitian mengemukakan bahwa perancangan sistem ERP menggunakan Openbravo pada proses penjualan, pembelian dan *inventory* pada suatu perusahaan menghasilkan perpindahan informasi khususnya keuangan dan data *warehouse* menjadi

lebih cepat dan efisien dan menghasilkan suatu sistem ERP yang mengintegrasikan proses penjualan, pembelian dan pemeriksaan produk [11]. Penelitian yang menerapkan Openbravo ERP pada perusahaan menghasilkan suatu kesimpulan yaitu Openbravo ERP dapat mempercepat komunikasi, memudahkan pihak manajemen mengambil keputusan secara cepat dan tepat, serta meningkatkan layanan kepada pelanggan [12]. Penerapan Openbravo memberikan keuntungan melancarkan dan menggabungkan pelaksanaan manajemen rantai pasok, peningkatan penjualan dan mengintegrasikan sistem di dalam perusahaan.

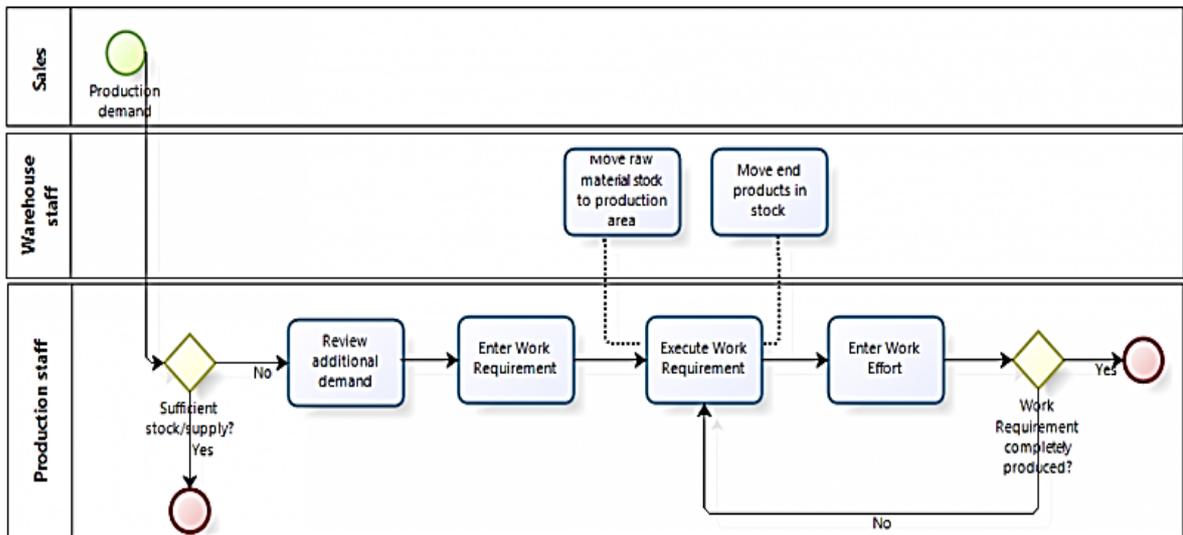
Modul yang terdapat pada aplikasi Openbravo adalah *Master Data Management (Business Partner, Product, Price List, Attribute, Unit of Measure, Payment Term dan Tax Rate)*, *Procurement Management (Requisition, Purchase Order (PO), Good Receipt, Return to Vendor, Return to Vendor Shipment dan Purchase Invoice)*, *Warehouse Management (Bill of Material, Physical Inventory dan Good Movement)*, *Production Management (Process Plan, Work Requirement dan Work Effort)*, *Material Requirement Planning (Manufacturing, Purchasing Plan dan MRP Forecast)*, *Sales Management (Sales Quotation, Sales Order, Good Shipment, Return from Customer, Return Material Receipt dan Sales Invoice)* dan *Financial Management (Payment In, Payment Out, Payment Proposal, Financial Account, Payment Execution, Tax Payment, G/L Journal, Open/Close Periode Control, Assets dan Amortization)* [13]. Gambar modul Openbravo dapat dilihat pada Gambar 1 [14]. *Business flow* menggambarkan aliran informasi, konfigurasi yang harus dilakukan dalam penggunaan aplikasi Openbravo. *Business flow* Openbravo di antaranya yaitu *general setup*, *production* dan *financial report* dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan Gambar 4 [15-17].



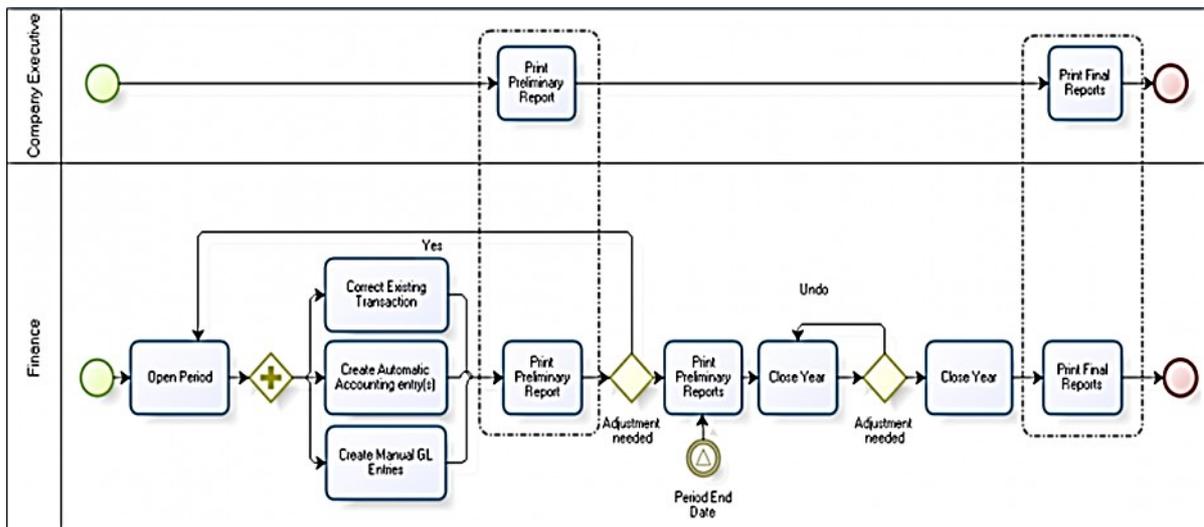
Gambar 1. Modul Openbravo [14]



Gambar 2. Business flow general set up [15]



Gambar 3. Business flow production module [16]



Gambar 4. Business flow production module [16]

## II. METODE PENELITIAN

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan identifikasi masalah yang terjadi di perusahaan sehingga menemukan solusi dari permasalahan tersebut. Selanjutnya dilakukan studi literatur dengan mempelajari literatur yang berhubungan dengan topik penelitian, yaitu mengenai teknologi informasi, sistem informasi manajemen, *Enterprise Resource Planning* (ERP) dan literatur lain.

Pada penelitian ini, teknik pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan observasi langsung untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi dan untuk mengetahui proses bisnis serta pengelolaan dokumen dalam perusahaan. Dari tahapan identifikasi masalah, dapat diambil rumusan masalah yaitu diperlukan suatu sistem informasi yang dapat mengintegrasikan keseluruhan proses bisnis di perusahaan secara komputerisasi dengan menggunakan metode *Enterprise Resource Planning* (ERP).

Analisis proses bisnis dilakukan dengan mengidentifikasi proses bisnis perusahaan berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi karakteristik *software Openbravo*. Identifikasi karakteristik *software Openbravo* dilakukan untuk melihat keterkaitan modul dengan aktivitas proses bisnis perusahaan, hubungan antar modul dan hubungan antar submodul. Selanjutnya dibuat usulan rancangan sistem untuk mengimplementasikan *Enterprise Resource Planning* (ERP) *Openbravo*. Proses bisnis yang akan dianalisis adalah penjualan, produksi, pengadaan, penyimpanan dan keuangan dengan menggambarkan alur proses bisnis sistem.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Proses Bisnis yang sedang berjalan

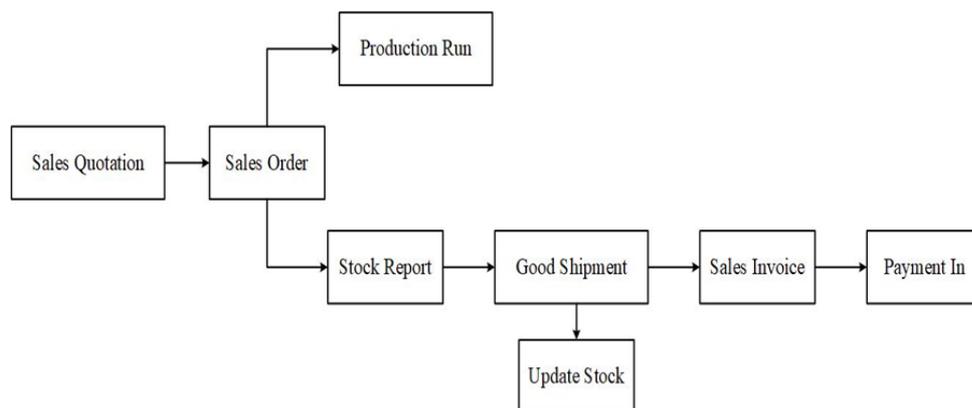
Proses bisnis yang sedang berjalan di perusahaan ini diidentifikasi ke dalam bentuk beberapa aktivitas meliputi aktivitas penjualan,

aktivitas pengadaan, aktivitas produksi, dan aktivitas keuangan.

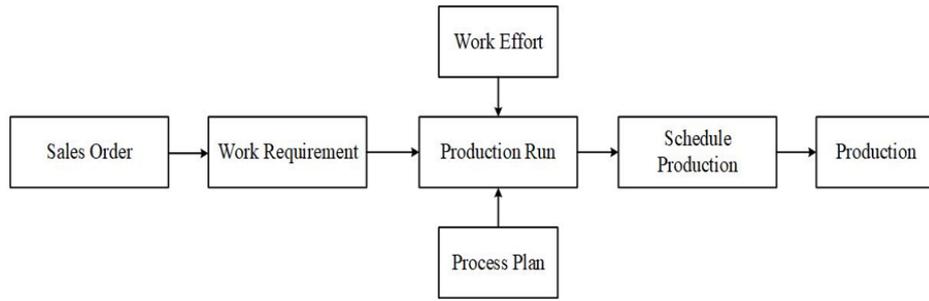
Aktivitas penjualan dilakukan jika terdapat pesanan dari konsumen ke bagian penjualan, kemudian dibuat *sales order* dengan menanyakan stok ke bagian penyimpanan. Apabila stok tersedia, maka langsung terjadi proses pengiriman ke konsumen. Namun apabila stok tidak tersedia, maka *order* dikirim ke bagian produksi untuk diproses. Aktivitas produksi dilakukan apabila ada pesanan konsumen dari bagian penjualan dan terdapat pembuatan jadwal produksi. Selanjutnya, bagian produksi menanyakan ketersediaan stok bahan baku. Apabila bahan baku tersedia, maka dilakukan proses produksi. Jika bahan baku tidak tersedia, maka dilakukan proses pengadaan bahan baku. Aktivitas pengadaan dilakukan untuk pembelian bahan baku dari *supplier* guna keperluan produksi di perusahaan. Aktivitas penyimpanan dilakukan apabila terdapat produk jadi yang dikirimkan bagian produksi ke gudang untuk disimpan sebagai *stock product* dan apabila ada permintaan pengiriman produk dari bagian penjualan ke gudang. Aktivitas keuangan diproses untuk pencatatan pendapatan dan pengeluaran perusahaan berupa laporan hasil penjualan produk dan laporan pembelian bahan produksi.

### 3.2. Identifikasi karakteristik *Openbravo*

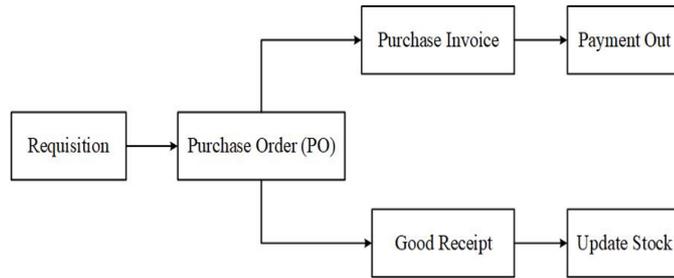
Identifikasi karakteristik *Openbravo* dapat dilihat dari modul *Openbravo* (*Procurement Management* dan *Sales Management*) dan aktivitas yang dapat dilakukan pada aplikasi *Openbravo* dengan modul yang tersedia. Karakteristik dapat memberikan uraian hubungan yang dibangun antar modul dan kemampuan sistem *Openbravo* dengan proses bisnis sistem perusahaan. Berdasarkan proses bisnis perusahaan dan sistem *Openbravo*, maka dibuat hubungan antar modul dan sub modul *Openbravo* yang dapat dilihat pada Gambar 5 hingga Gambar 9 berikut ini.



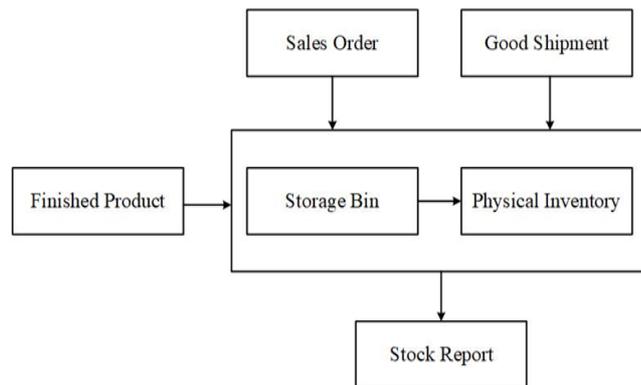
Gambar 5. Hubungan antar modul *sales management* (sub modul *sales quotation*) dalam aktivitas penjualan



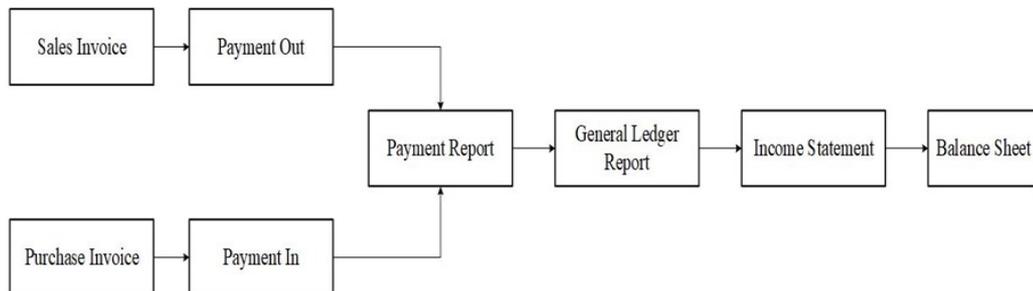
Gambar 6. Hubungan antar modul *sales management* (sub modul *sales order*) dalam aktivitas produksi



Gambar 7. Hubungan antar modul *procurement management* (sub modul *requisition*) dalam aktivitas pengadaan



Gambar 8. Hubungan antar modul *procurement management* (sub modul *requisition*) dalam aktivitas pengadaan



Gambar 9. Hubungan antar modul *procurement*, *sales* dan *financial management* dalam aktivitas keuangan

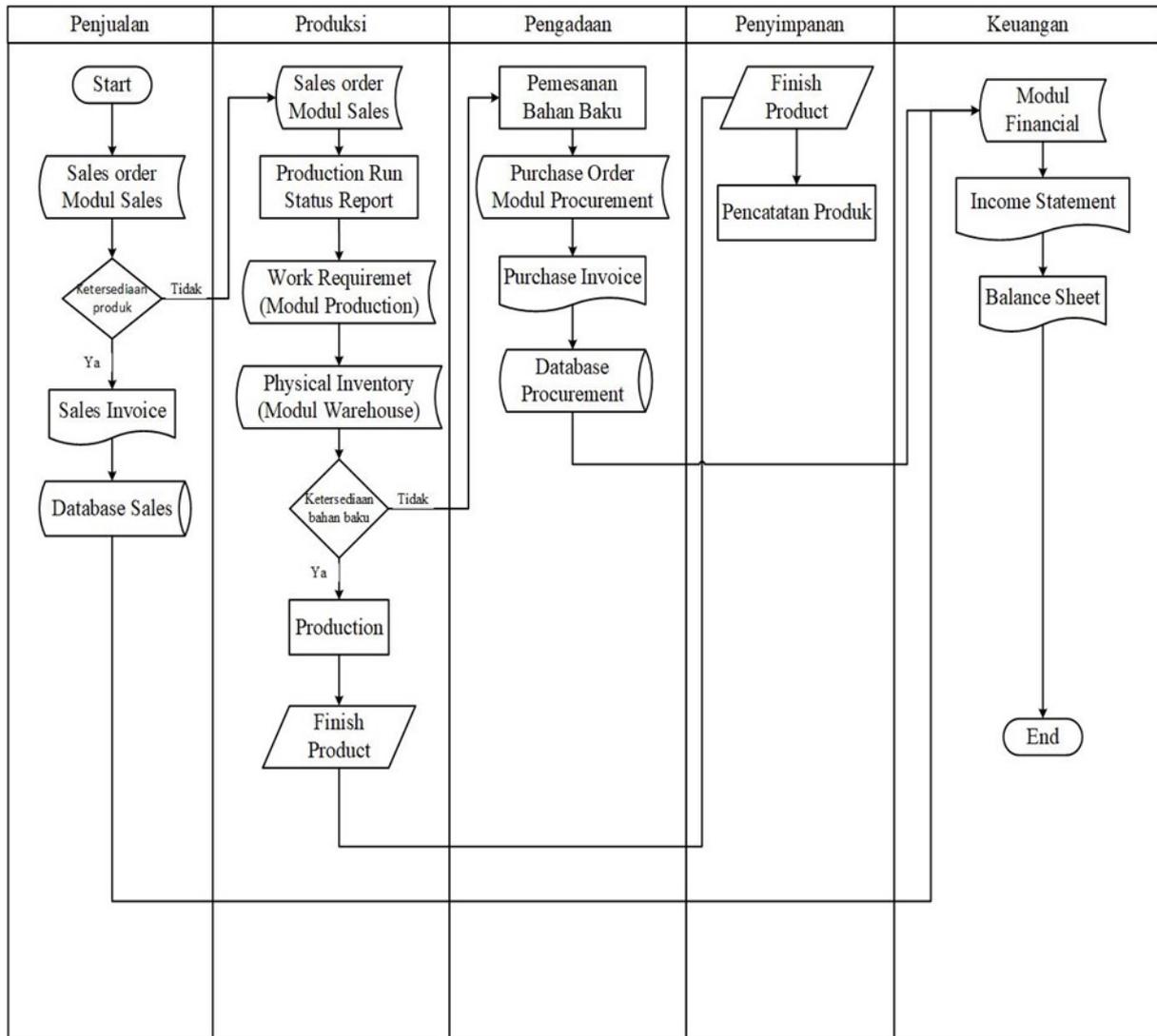
**3.3. Usulan Rancangan Sistem**

Usulan perancangan sistem dalam penelitian ini dilakukan pada aktivitas penjualan, produksi,

pengadaan, penyimpanan dan keuangan dengan menyesuaikan modul Openbravo. Di dalam aktivitas penjualan dilakukan perancangan pada proses *addition*

*sales quotation*, otomasi pencatatan data konsumen, dan *integration sales order report* agar dapat diakses bagian produksi. Rancangan pada aktivitas produksi dilakukan dengan proses *elimination schedule production*, *proses automation sales order report*, dan proses *integration production run status report* agar dapat diakses bagian penjualan dan pengadaan. Rancangan Sistem pada aktivitas pengadaan meliputi proses *automation requisition* dan proses *simplification purchase order* yang dapat langsung dibuat pada proses *requisition*. Pada aktivitas penyimpanan dilakukan perancangan sistem yang

meliputi proses pencatatan laporan produk harian, mingguan, bulanan, tahunan dan proses integrasi pencatatan laporan penyimpanan, serta proses otomasi pengiriman laporan penyimpanan melalui *stock report*. Perancangan sistem pada aktivitas keuangan dilakukan dengan proses otomasi pemeriksaan *sales invoice* dan *purchase invoice*, serta proses penyederhanaan pada pembuatan laporan keuangan. Usulan rancangan sistem pada aktivitas penjualan, produksi, pengadaan, penyimpanan dan keuangan dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Usulan rancangan sistem

#### IV. KESIMPULAN

Sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP) dapat diintegrasikan dengan proses bisnis perusahaan melalui aplikasi Openbravo dengan konfigurasi aplikasi yang di dalamnya meliputi proses penjualan, produksi, pengadaan, penyimpanan dan keuangan sehingga menghemat waktu pengerjaan bisnis proses dan mendapatkan peningkatan keuntungan bisnis perusahaan.

Penerapan rancangan sistem untuk mengintegrasikan proses bisnis perusahaan menggunakan aplikasi Openbravo diharapkan bermanfaat bagi perusahaan sehingga dapat meminimalkan jumlah pekerjaan dan aliran informasi yang diterima menjadi lebih akurat dan bersifat *real time*. Hal ini juga akan memberikan dampak bagi konsumen berupa pelayanan yang cepat dan tepat waktu.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada *editor* dan *reviewer* Jurnal Matrix atas publikasi artikel ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riku, M.O. & Setyohadi, D.B. (2017). Strategic plan with enterprise architecture planning for applying information system at PT. Bestonindo Central Lestari. *5<sup>th</sup> International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*.
- [2] Ranga, A.A., Setyohadi, D.B. & Santoso, A.J. (2017). Strategic planning of information system (case study: Ministry of Religious Affairs in Southwest Sumba). *International Journal of Computer Engineering and Information Technology*, 9(07), 143–149.
- [3] Handayani P. W. & Hariyaty U. (2011). Analisis fungsionalitas open source software ERP untuk pengembangan modul pembelajaran ERP. *Jurnal Sistem Informasi*, 7(2), 118-123.
- [4] Pratiwindya & Akbar R. (2016). Implementasi enterprise resource planning (ERP) pada sistem pembelian, persediaan, penjualan dan customer relationship management (CRM) (studi kasus: Jaya Utama Motor). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SEMNASSTEK)*, 3-10.
- [5] Maranti D., Darwiyanto E. & Wicaksono R. W. (2015). Rancangan implementasi sistem enterprise resource planning (ERP) dengan application implementation method (AIM) pada Restoran Solaria. *E-Proceeding of Engineering*, 2(2), 6232-6239.
- [6] Meizana, M.Z., Rispianda & Amila, K. (2016). Rancangan enterprise resource planning di Jegudmilk dengan menggunakan Openbravo. *Reka Integra*, 3(4), 342-353.
- [7] Akbar R., Juliastrioza & Arici Y. R. (2015). Penerapan enterprise resource planning (ERP) untuk sistem informasi pembelian, persediaan, dan penjualan barang pada toko Emi Grosir dan Eceran. *TEKNOSI*, 1(1), 7-17.
- [8] Openbravo Indonesia. (2017, Agustus). Openbravo Indonesia. Diakses dari *website* <http://www.openbravo.co.id>
- [9] Nofri, T.R., Rispianda & Liansari G.P.(2015). Rancangan implementasi enterprise resource planning (ERP) PT. World Yamatex Spinning Mills Bandung menggunakan Openbravo. *Reka Integra*, 3(01), 272-283.
- [10] Akbar F., Akbar R., Mardaleni & Netti. (2015). Implementasi Openbravo pada proses transaksi penjualan, produksi dan sistem inventory (studi kasus PT. Nusantara Beta Farma). *TEKNOSI*, 1(1), 1-6.
- [11] Yulianto E. & Mauludin A. (2017). Analisis arsitektur & fungsional Openbravo 3.0 ERP dan penerapannya menggunakan metode EUP. *Jurnal Informasi*. 9(2), 114-128.
- [12] Lazuardi P., Rispianda. & Amila K., (2014). Rancangan enterprise resource planning (ERP) di PT. Javanala Karya Mandiri dengan menggunakan Openbravo. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. 2(2). 79-89.
- [13] Openbravo Indonesia. (2018, Agustus). *Modul Openbravo*. Diakses dari *website* <http://www.openbravo.co.id>
- [14] Modul Openbravo, (2018, Agustus). *Agility ERP*. Diakses dari *website* <https://agilityerp.com/agile-erp-openbravo/openbravo-functional-footprint/>
- [15] Openbravo Wiki. (2018, Agustus). *General setup*. Diakses dari *website* [http://wiki.openbravo.com/wiki/General\\_Setup](http://wiki.openbravo.com/wiki/General_Setup).
- [16] Openbravo Wiki. (2018, Agustus). *Production management*. Diakses dari *website* [http://wiki.openbravo.com/wiki/Production\\_Management](http://wiki.openbravo.com/wiki/Production_Management).
- [17] Openbravo Wiki. (2018, Agustus). *Financial management*. Diakses dari *website* [http://wiki.openbravo.com/wiki/Financial\\_Management](http://wiki.openbravo.com/wiki/Financial_Management).

## KAJIAN EKSPERIMENTAL CAMPURAN R-32/R-290 PENGANTI REFRIGERAN R-32 PADA AC *SPLIT* DOMESTIK

**I Wayan Temaja<sup>1</sup>, Made Ery Arsana<sup>2</sup>, Luh Putu Ike Midiani<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

<sup>2</sup>eryarsana@pnb.ac.id

**Abstrak:** Kebijakan pemerintah Indonesia untuk menghapuskan penggunaan refrigeran R-22 akan diberlakukan pada tahun 2020 sehingga produsen peralatan pendingin udara domestik saat ini, yang mendominasi pasar Indonesia menggunakan refrigeran R-32 dan R-410a. Penelitian ini akan mengkaji hasil studi eksperimental retrofit penggunaan pada sistem AC *split* tipe domestik menggunakan campuran R-32 dengan refrigeran hidrokarbon R-290. Penggunaan campuran R-32 dengan hidrokarbon sebagai retrofit refrigeran merupakan hal yang sangat potensial untuk retrofit R-32 dalam AC *split* domestik tanpa penggantian bagian manapun dari sistem. Percobaan ini menggunakan peralatan AC domestik tipe *split* dengan refrigeran R-32 inverter, dan metode *drop-in* digunakan untuk pengujian menggunakan campuran refrigeran R-32 dengan R-290 yang dikomposisikan 70% : 30% berdasarkan berat. Analisis dilakukan dengan bantuan *software* EES dan hasilnya divalidasi dengan hasil penelitian pada jurnal referensi. Hasilnya adalah perbandingan kinerja atau COP refrigeran campuran R-32 dan R-290 menunjukkan peningkatan 14% dari COP serta penurunan penggunaan daya sebesar 47% jika dibandingkan dengan penggunaan refrigeran R-32 pada sistem walaupun dari segi kapasitas pendinginannya turun sebesar 33%. Namun, dengan keunggulan dari penggunaan energi listrik yang berkurang cukup besar dibandingkan dengan refrigeran R-32 dan R-290 yaitu sebesar 47%, maka refrigeran ini memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan lebih lanjut.

**Kata kunci:** COP, refrigeration system, refrigerant, R-32, R-290.

**Abstract:** Indonesia government's policy to eliminate the uses of R-22 refrigerant in air conditioning cooling system will be enforced by 2020. This study will examine the results of using R-32 mixtures with R-290 hydrocarbon refrigerants to retrofit in domestic split type AC systems with R-32. The uses of R-32 mixture with hydrocarbon as retrofit of refrigerant is a very potential thing for R-32 retrofit in domestic split air conditioners without any part replacement of the system. This experiment uses split type domestic air conditioning with R-32 refrigerant, and the drop-in method is used to test a mixture of 70%: 30% by weight of R-32 blended with R-290 refrigerants. The analysis is carried out using EES software and the results are validated with the results of research on the refrigeration system of the reference journal. The results show the COP increases by 14 % and power usage decreases by 47% compared to R-32 refrigerants in the system, although in terms of cooling capacity decreases by 33%. However, with the advantages of electricity energy decreases at compressor, this refrigerant has a considerable potential to be developed.

**Keywords:** COP, refrigeration system, refrigerant, R-32, R-290.

### I. PENDAHULUAN

Salah satu poin yang dinyatakan dalam protokol Montreal dan Kyoto (1897 & 1997) adalah penghapusan penggunaan refrigeran R-22 (HCFC-22) dan mengubahnya dengan refrigeran yang ramah lingkungan. Alternatifnya adalah refrigeran hidrokarbon tetapi karena mudah terbakar penggunaannya terbatas [1]. Penelitian terbaru tentang topik mengarah ke HFC dan refrigeran alami seperti air (R-718), amonia (R-717) dan CO<sub>2</sub> (R-744) dengan ODP dan GWP yang sangat rendah dan dapat digunakan untuk menggantikan HCFC dalam sistem pendingin dan AC [2]. Produsen dan importir pendingin udara lebih memilih refrigeran seperti R-32 dan R-410a untuk diterapkan pada sistem pendingin udara dan diperdagangkan. Kedua refrigeran ini memiliki ODP nol dan GWP yang cukup rendah sebesar 675 untuk R-32 dan 2088 untuk R-410a serta tidak mudah terbakar karena sifat nyala api yang rendah [3]. Mesin pendingin R-22 masih dapat digunakan dengan metode retrofit refrigeran dari R-22 ke R-290 karena minyak kompresor yang digunakan pada R-22

dapat digunakan untuk R-290 [4]. Dalam penelitian sebelumnya dengan AC split digantikan oleh R 290, kapasitas pendinginannya menurun sebesar 1,6% dan COP yang lebih tinggi yaitu sebesar 10 sampai 20%. Untuk mendapatkan refrigeran dengan kinerja yang lebih baik dalam penelitian ini, maka dilakukan kajian secara eksperimen terhadap penggunaan campuran refrigeran R-32 dengan R-290 dengan rasio perbandingan 70 : 30.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menemukan refrigeran alternatif ramah lingkungan. Perhatian Pemerintah Indonesia terhadap perlindungan lapisan ozon dinyatakan dalam Keputusan Presiden No. 23/1992 dan keputusan dari Kementerian Perdagangan dan Perindustrian No. 110 / MPP / Kep / 1/1998 yang memuat pembatasan pada penggunaan dan produksi zat yang dapat lapisan ozon menipis. Untuk dapat menghasilkan produk yang memenuhi standar, pemerintah telah merumuskan Standar Nasional Indonesia (SNI) di bidang hidrokarbon sebagai langkah strategis. Beberapa refrigeran alami sudah digunakan dalam mesin pendingin seperti ammonia (NH<sub>3</sub>),

hidrokarbon (HC), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), air, dan udara [5]. Penggunaan karbon dioksida, air, dan udara dalam lemari pendingin komersial masih memerlukan penelitian yang ekstensif. Sementara itu, penggunaan amonia dan hidrokarbon masih cukup besar dan memiliki banyak peluang penelitian. Amonia beracun dan bersifat mudah terbakar, sedangkan hidrokarbon termasuk dalam zat yang sangat mudah terbakar. Oleh karena itu, refrigeran umumnya sulit digunakan pada sistem ekspansi langsung. Sistem pendingin tidak langsung dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan kedua refrigeran. Beberapa peneliti mencoba menekan tingkat kemampuan nyala dari hidrokarbon dengan mencampurnya dengan refrigeran yang tidak mudah terbakar lainnya. Dalam studi yang telah dilakukan peneliti lain, refrigeran R-290 dicampur dengan refrigeran yang tidak mudah terbakar yaitu R-134a. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan energi melalui peningkatan kinerja (COP) dalam sistem pendingin udara tipe pendingin air. Peningkatan kinerja ini dilakukan melalui penggunaan refrigeran primer yang tepat, serta penambahan aditif Trimethyloethane dan Ethoquad ke refrigeran air sekunder yang dapat memberikan efek penghematan energi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kinerja terbaik dicapai dalam kombinasi refrigeran utama R-290 dengan 0,7 Air + 0,3 Trimethyloethane (*mass base*) sebagai refrigeran sekunder. Dalam kondisi ini peningkatan koefisien kinerja mesin pendingin adalah sekitar 42%, menghemat konsumsi daya yang menurun sebesar 30% (dalam kompresor) dan meningkatkan kapasitas pendinginan sekitar 10%. Di Jerman, lemari es terbaru yang menggunakan R600a dan pompa kalor dan AC sekarang menggunakan R290 dengan konsumsi energi terukur 10 hingga 20% lebih rendah daripada R-12, R-134a atau R-22 [7]. Dengan menerapkan metode *drop-in* menggunakan refrigeran R-290 untuk menggantikan R-22, pengujian dilakukan menggunakan standar India IS 1391 (1992) dan menyatakan bahwa dengan mengisi refrigeran hidrokarbon setengah dari R-22, maka kapasitas pendinginan menjadi lebih rendah 6% dibandingkan dengan R-22. Konsumsi energi menurun 15,4% dan suhu *discharge* menurun 20 °C sehingga rasio efisiensi energi (EER) 14% lebih tinggi daripada R22 [8]. Selain itu, juga dilakukan percobaan untuk mengganti R-22 dan R-410A pada AC. Pengujian dilakukan pada 6 refrigeran lainnya, termasuk R290 di bawah kondisi suhu lingkungan yang berbeda di mana suhu luar ruangan bervariasi dari 27,8 °C hingga 55 °C. Optimasi dimungkinkan dengan penggunaan *software*, yang menetapkan diameter tabung kapiler, dari 2,0 mm menjadi 1,65 mm dan mengubah panjang dari 508 mm menjadi 254 mm, menggunakan AC yang sama di mana hasilnya menunjukkan bahwa propana adalah refrigeran yang paling cocok untuk alternatif R-22 [9]. Katup ekspansi elektronik dan *variable speed compressor* digunakan dengan tujuan membandingkan kinerja termal refrigeran R-22, R-290, R-1270, R-438A, R-404A, R-410A dan R-32 dengan suhu

evaporator bervariasi dari -15 °C hingga -5 °C. Sistem dengan refrigeran R-22 digunakan sebagai dasar perbandingan hanya dengan mengganti refrigeran. Dalam kasus untuk HFC, minyak pelumas pada sistem juga diganti. Dampak lingkungan diukur dengan parameter TEWI (*Total Equivalent Warming Impact*). Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan R-1270 dan R-290 memberikan nilai COP maksimum. Selain itu, terdapat juga keuntungan lainnya seperti menurunkan konsumsi energi listrik, mengurangi penggunaan refrigeran dan menghasilkan GWP yang rendah.

## II. METODE PENELITIAN

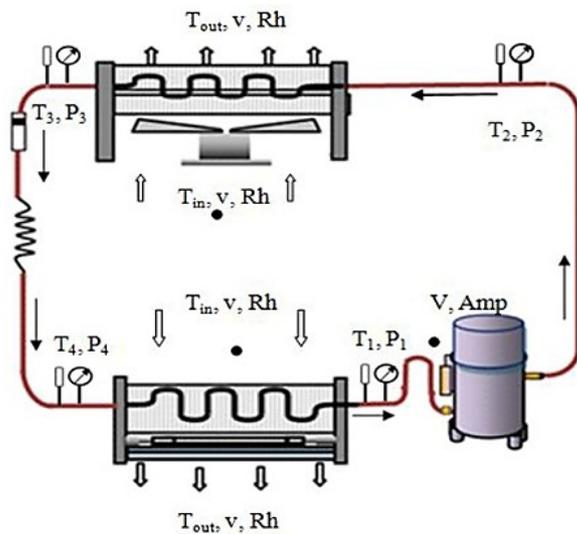
### 2.1. Jenis dan Desain penelitian

Penelitian eksperimental dilakukan dengan pengamatan langsung setelah melakukan beberapa perlakuan yang diperlukan seperti mengubah refrigeran untuk mengetahui penyebab dan efek dari variabel yang diujikan. Hasilnya merupakan perhitungan dari besaran kinerja sistem seperti COP dan EER dari sistem. Metodologi penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa kegiatan yaitu tahap persiapan (studi pustaka, observasi lapangan), perancangan alat, retrofit, evakuasi, vacuuming dan uji kebocoran serta running test. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pendinginan dan Tata Udara Program Studi TPTU, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.

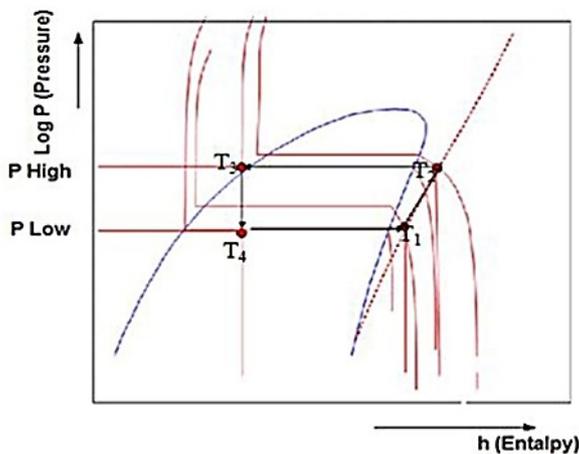
### 2.2. Prosedur dan Metode Pengukuran

Prosedur penelitian dan pengujian dilakukan di ruangan dengan insulasi yang baik, mengikuti AHRI 210/240 Standar dengan variasi beban dari 0,75 kW, 1,5 kW, 2,25 kW hingga 3,0 kW menggunakan pemanas listrik untuk mengkondisikan udara lingkungan yang masuk ke kondensor.

Refrigeran R-32/R-290 dicampur dengan bantuan mesin 2R dalam sebuah tabung dan dibiarkan selama 24 jam untuk mendapatkan campuran gas yang sempurna. Semua instrumen, termasuk alat pengukur dan termometer akan dikalibrasi selama rentang uji pengukuran. Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data primer dan akan diambil pada sistem dengan parameter yang diukur pada alat eksperimen AC split 1,5 Pk menggunakan termokopel. Selain itu, digunakan juga data akuisisi penunjukkan lokasi penempatan pengukuran yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 dan dilakukan di ruangan terkondisikan dengan temperature yang dipertahankan pada kisaran 24 °C dan 25 °C. Prosedur standar digunakan dalam menentukan kinerja AC, Peralatan pengujian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3. Penggunaan diagram Moiler (P-h) untuk R-32/R-290 dilakukan dengan penerapan pendekatan diagram R-410a guna menentukan entalpi masing titik pengukuran.



Gambar 1. Skema AC *split* domestik



Gambar 2. P-h diagram sistem pendingin AC *split* domestik



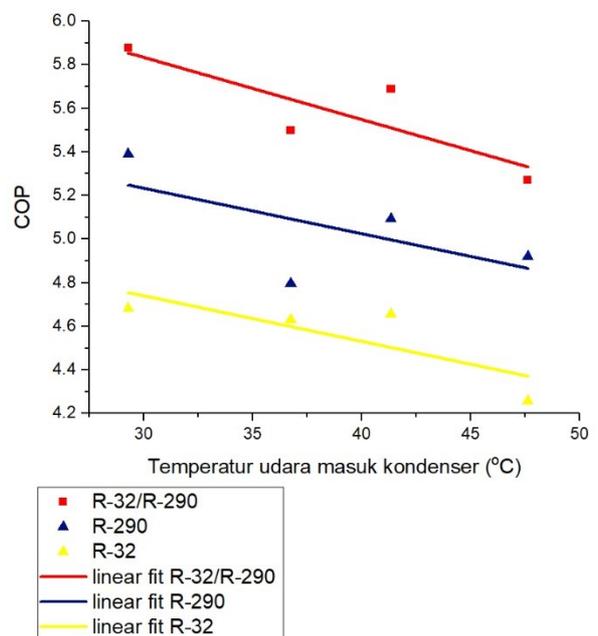
Gambar 3. *Outdoor-indoor* sistem AC *split* domestik untuk pengujian

Konsumsi energi oleh kompresor dapat diukur dengan alat *portable power meter* yang akan memberikan pembacaan langsung dalam kW. Selanjutnya, dengan bantuan *software* ESS dihitung besaran COP dan perhitungan kinerja EER, kemudian

dilakukan dengan menggunakan persamaan  $EER = 3,413 \times COP$  (Sumber: *American Refrigeration Institute*).

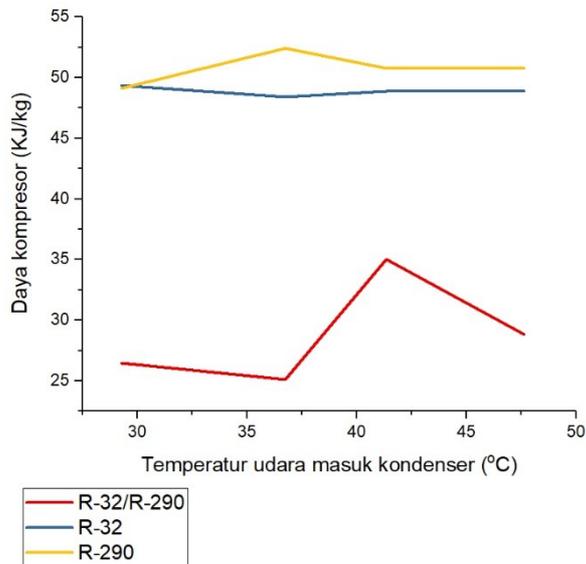
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang telah diperoleh dalam pengukuran kemudian diolah dengan *software* EES dan dibuatkan grafik untuk mendapatkan nilai COP, konsumsi daya yang digunakan oleh kompresor, rasio kompresi dan suhu evaporator. Hasil menunjukkan bahwa refrigeran campuran R-290 dan R-32 memiliki rerata COP paling tinggi yaitu 5,47 kemudian refrigeran R-290 dengan rerata COP 5,0 dan refrigeran R-32 COP memiliki 4,65 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4 dengan *linear fit*. Hasil perhitungan ini diperoleh dengan pendekatan menggunakan properti refrigeran R-410a untuk sistem refrigeran campuran [10].

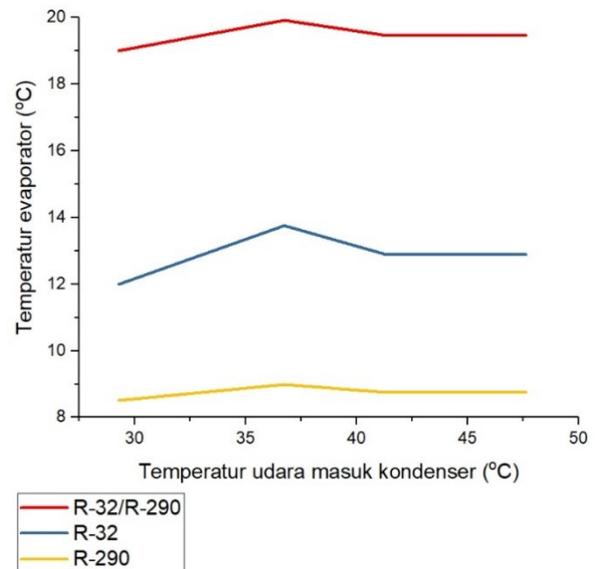


Gambar 4. Perbandingan COP

Perbandingan kerja kompresi kompresor dinyatakan dalam KJ/kg. Garis merah adalah untuk refrigeran R-32 sedangkan warna hijau adalah refrigeran R-290 serta biru adalah refrigeran campurannya. Dari perbandingan kerja kompresinya, diketahui bahwa refrigeran campuran memiliki daya kompresi paling kecil sehingga penggunaan listrik menjadi berkurang. Gambar 5 menunjukkan besaran rata-rata daya kompresi pada penggunaan refrigeran campuran adalah sebesar 25,78 KJ/kg. Jika dibandingkan dengan daya kompresi untuk R-32 dengan nilai rata-rata 48,89 KJ/kg, maka terdapat penurunan penggunaan daya sebesar 0,47 atau 47%.

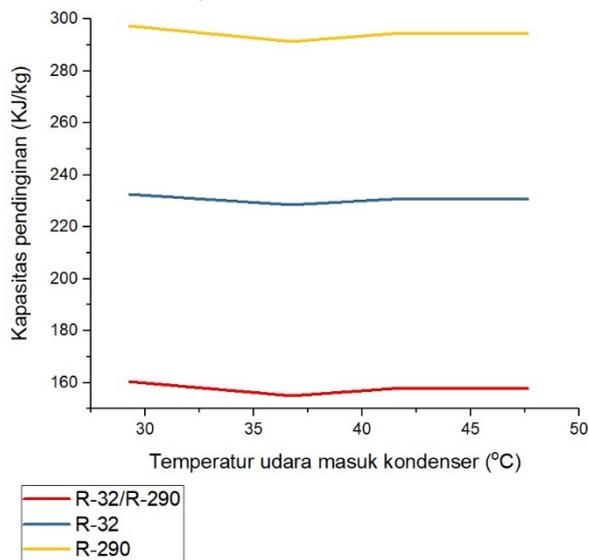


Gambar 5. Perbandingan daya kompresi



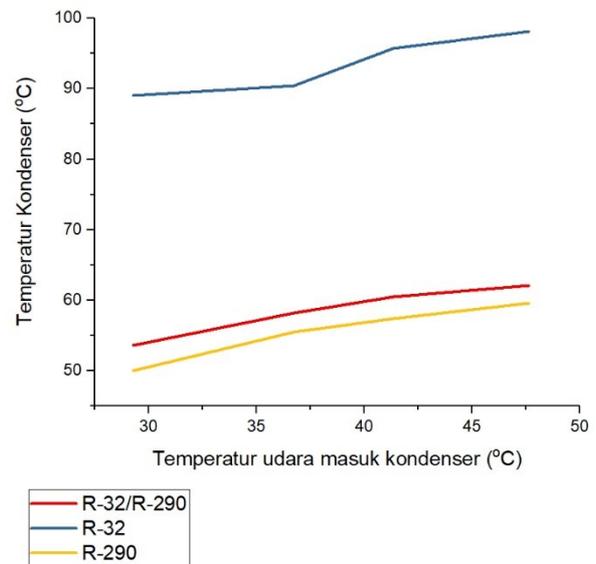
Gambar 7. Perbandingan temperatur evaporator

Sedangkan pada Gambar 6 menunjukkan perbandingan kapasitas pendinginan refrigeran campuran yang tentu memiliki kapasitas pendinginan lebih kecil sebagai akibat adanya penurunan kerja kompresi serta akibat pencampuran refrigeran R-32/R-290. Oleh sebab itu, pencampuran refrigeran R-32/R-290 memiliki karakteristik kinerja tersendiri.



Gambar 6. Perbandingan kapasitas pendinginan

Temperatur evaporator refrigeran campuran memiliki nilai rerata 19,46 °C sehingga lebih tinggi dari refrigeran R-32 yang nilainya 12,88 °C. Refrigeran R-290 memiliki nilai rerata paling rendah di antara yang lain, yaitu sebesar 8,75 °C seperti yang terlihat pada Gambar 7. Nilai temperatur kondensor pada sisi *discharge* diperoleh berdasarkan hasil pengukuran temperatur *discharge* dari refrigeran R-32 yaitu sebesar 93,2 °C sedangkan temperatur *discharge* campuran R-290 masing masing mendekati 58,60 °C dan 50,76°C seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan temperatur kondensor

#### IV. KESIMPULAN

Perbandingan kinerja atau COP refrigeran campuran R-32 dan R-290 menunjukkan terjadinya peningkatan 14% dari COP serta penurunan penggunaan daya sebesar 47% jika dibandingkan dengan penggunaan refrigeran R-32 pada sistem. Meskipun, dari segi kapasitas pendinginan menjadi turun sebesar 33%. Akan tetapi, dengan keunggulan berupa penggunaan energi listrik yang berkurang cukup besar dibandingkan dengan refrigeran R-32 dan R-290 yaitu sebesar 47%, maka refrigeran ini memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan lebih lanjut.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kami sampaikan atas dukungan dana penelitian yang diterima dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia. Kepada teknisi PLP Politeknik Negeri Bali, Jurusan Teknik Mesin Lab Tataudara serta Lab Kontrol atas bantuan dalam pengambilan data untuk penyelesaian penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Taib, M. Y., Aziz, A. A. & Alias, A. B. S. (2010). Performance analysis of a domestic air conditioner. *National Conference in Mechanical Engineering Research and Postgraduate Students*, 582-291.
- [2] Mohanraj, M., Jayaraj, S. & Muraleedharan, C. (2009). Environment friendly alternatives to halogenated refrigerants. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 3(1), 108–119.
- [3] Yıldırım, C., Özkan, D. B. & Onan, C. (2017). Theoretical study of R32 to replace R410A in variable refrigerant flow systems. *International Journal of Ambient Energy*, 39(1), 87-92.
- [4] Granryd, E. (2001). Hydrocarbons as refrigerants: an overview. *International Journal of Refrigeration*, 24(1), 15-24.
- [5] Mc Linden, M.O., Brown, J. S., Brignoli, R., Kazakov, A. F & Domanski, P.A. (2017). Limited options for low-global-warming-potential refrigerants. *Nature Communications*, 8(14476), 1-9.
- [6] Padalkar A.S., Mali K.V., Rajadhyaksha D.D., Wadia B.J. & Devotta S. (2010). Performance assessment of air conditioners with HC290. *9<sup>th</sup> Gustav Lorentzen Conference*.
- [7] Padalkar, A.S. Mali, K.V. & Devotta, S. (2014). Simulated and experimental performance of split packaged air conditioner using refrigerant HC-290 as a substitute for HCFC-22. *Applied Thermal Engineering*, 62(1), 277-284.
- [8] Abdelaziz, O., Shrestha, S., Munk, J., Linkous, R., Goetzler, W., Guernsey, M. & Kassuga, T. (2015). *Alternative refrigerant evaluation for high-ambient-temperature environments: R-22 and R- 410A alternatives for mini-split air conditioners*. USA: Oak Ridge National Laboratory.
- [9] Antunes, A. H. P. & Filho, E. P. B. (2016). Experimental investigation on the performance and global environmental impact of a refrigeration system retrofitted with alternative refrigerants. *International Journal of Refrigeration*, 16(3019), 1-8.
- [10] Joudi, K A. & Al-Amir, Q. R. (2014). Experimental Assessment of residential split type air-conditioning systems using alternative refrigerants to R-22 at high ambient temperatures. *Energy Conversion and Management*, 86, 496–506.
- [11] ASHRAE Handbook. (2005). *Fundamentals, american society of heating, refrigeration and air conditioning engineers*. Georgia: ASHRAE Org.
- [12] AIRAH. (2012). *Methods of calculating total equivalent warming impact (TEWI)*. Melbourne: AIRAH Org.
- [13] Wu, J.H., Yang, L.D. & Hou J. (2012). Experimental performance study of a small wall room air conditioner retrofitted with R290 and R1270. *International Journal of Refrigeration*, 35, 1860-1868.

## PAN-TILT CAMERA SEBAGAI AKTUATOR PELACAK POSISI BOLA

Aan Febriansyah<sup>1</sup>, Irwan<sup>2</sup>, Rino Christianto<sup>3</sup>, Wulan Nofiani<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

<sup>1</sup>aan9277@gmail.com

**Abstrak:** Penelitian ini membahas tentang proses perancangan *pan-tilt camera* yang digunakan untuk melacak bola. Sistem *pan-tilt camera* ini digunakan untuk mempertahankan posisi obyek atau bola yang terdeteksi agar selalu di tengah bingkai layar visual yang dihasilkan oleh sensor visual (kamera). Penelitian ini bertujuan untuk membahas bagaimana sistem kerja dari *pan-tilt camera* yang akan digunakan untuk melakukan pelacakan bola dengan metode *Hough Circle Transform*. Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil bahwa sistem *pan-tilt* yang diterapkan pada aktuator berupa motor servo untuk melacak/mengikuti pergerakan bola dapat bekerja dengan baik. Pergerakan ini dapat dilakukan dengan syarat bola tersebut sesuai dengan kriteria obyek yang diinginkan (misalkan kesesuaian warna). Hal ini dibuktikan dengan adanya nilai radius bola dalam piksel yang berbeda sesuai dengan jarak terhadap objek. Semakin jauh objek benda, maka pergerakan *pan-tilt* akan semakin kecil karena objek yang dideteksi pun semakin kecil.

**Kata kunci:** Bola, Pan-tilt Camera, Aktuator, Motor Servo.

**Abstract:** This research discusses the process of designing a *pan-tilt camera* that is used to track a ball. The *pan-tilt camera* is used to maintain the position of a detected object or a ball thus it will stay at the center of the frame of visual display by visual sensor (camera). This study aims to know how the system of *pan-tilt camera* used to track the ball with *Hough Circle Transform* method. After testing, the result shows that *pan-tilt* system applied to a servo motor as actuator can work well to track / follow the movement of the ball. This movement can be done under condition that the ball matches with the criteria of the desired object (e.g. color match). This is represented by the ball radius values in different pixels according to the distance to the object. The farther the object, the smaller *pan-tilt* movement because the detected object gets smaller.

**Keywords:** Ball, Pan-tilt camera, Actuator, Servo Motor.

### I. PENDAHULUAN

Analisis pendeteksian objek sekarang ini mulai banyak diteliti baik untuk pengembangan teknologi industri maupun kebutuhan pendidikan. Salah satu bidang yang banyak diteliti di dunia pendidikan adalah *humanoid robot* atau *mobile robot* yang dapat mengikuti atau mengetahui posisi bola. Penelitian ini mendeteksi obyek dengan menggunakan sebuah bola dan *pan-tilt camera* yang menggunakan dua buah motor servo DC sebagai aktuator untuk melakukan tracking terhadap obyek.

Pelacakan objek dan kontrol kamera dapat dilakukan oleh satu komputer dan target dilacak dengan metode *Continuously Adaptive Mean Shift* (CAMSHIFT). Sistem pelacakan ini cukup akurat dan efisien untuk mengarahkan kamera *pan-tilt-zoom* untuk mengikuti pergerakan objek meskipun ada gangguan latar belakang dan oklusi parsial [1]. Pada sistem pengawasan otomatis dengan beberapa kamera, sistem harus bisa menempatkan posisi kamera secara akurat. Setiap kamera harus dapat melakukan *pan-tilt* sedemikian rupa sehingga objek terdeteksi dalam posisi tepat di bidang gambar kamera. Kamera akan menangkap gambar objek itu dalam posisi terbaik pada bidang gambar kamera dan kemudian menangkap objek tersebut [2]. *Pan-tilt camera* merupakan sistem yang digunakan untuk pengawasan atau pendeteksian pada area yang luas. *Pan-tilt camera* ini diasumsikan menggunakan model mekanis kamera yang ideal, terdiri dari beberapa bagian di antaranya *pan-tilt head* dan kamera [3]. Tujuan

menggunakan *pan-tilt camera* adalah untuk mempertahankan posisi dari obyek atau bola yang terdeteksi agar selalu berada di tengah bingkai dari layar visual yang dihasilkan oleh sensor visual (kamera). Umumnya, sistem pelacakan dirancang untuk mengenal obyek terlebih dahulu, kemudian dilakukan pemilihan obyek untuk memilih obyek yang ingin dideteksi, dalam kasus ini adalah bola atau lingkaran agar didapatkan umpan balik berupa nilai koordinat yang kemudian akan dibandingkan dengan koordinat titik pusat gambar [4].

Penelitian ini bertujuan untuk membahas bagaimana sistem kerja dari *pan-tilt camera* yang akan digunakan untuk melacak posisi bola dengan metode *Hough Circle Transform*. *Pan-tilt camera* ini dibuat dalam bentuk *prototype* yang dikontrol oleh sebuah komputer mini. Selain itu, penelitian ini juga memiliki fokus kepada bagaimana merancang algoritma untuk mengontrol *pan-tilt camera* berdasarkan data yang didapat dari hasil pengambilan gambar oleh kamera dan diproses oleh komputer mini.

### II. METODE PENELITIAN

*Pan-tilt camera* merupakan sistem yang digunakan untuk memperluas jarak pendeteksian sebuah kamera sehingga dapat digunakan untuk melakukan pelacakan posisi sebuah bola dengan warna tertentu (dalam hal ini menyesuaikan warna bola dengan warna oranye) yang terdapat pada suatu area tertentu. Bagian dari *pan-tilt camera* adalah sebagai berikut:

### 2.1. Pan-Tilt Head

*Pan-tilt head* merupakan dudukan khusus kamera yang dibuat khusus untuk menggerakkan kamera dengan dua derajat kebebasan yaitu pan dan tilt [5]. Pada penelitian ini *pan-tilt head* dibuat menggunakan dua buah motor servo DC dengan tipe Tower Pro SG-90 yang terpasang dengan *servo bracket* dan terhubung dengan *servo controller* Adafruit yang saling berkomunikasi dengan Raspberry Pi melalui komunikasi Serial UART.

### 2.2. Pan-Tilt Camera

Pada penelitian ini, kamera yang digunakan untuk dipasangkan pada *pan-tilt head* merupakan *webcam* dengan tipe Logitech C170. *Pan* merupakan pergerakan kamera untuk dapat mengarahkan kamera dalam arah sumbu X atau bergerak ke kiri dan ke kanan. Sedangkan *tilt* merupakan pergerakan kamera terhadap sumbu Y atau mengarah ke atas dan ke bawah [6]. *Pan-tilt camera* ini terintegrasi dengan OpenCV pada Raspberry Pi melalui USB yang kemudian data diolah dan dikirim ke *servo controller* Adafruit untuk mengatur posisi servo *pan* dan servo *tilt*.



Gambar 1. *Pan-tilt camera* dan *servo bracket*

warna. Proses pengujian awal metode ini menggunakan konversi model warna RGB ke HSV (*Hue Saturation Value*) yang akan membentuk segmen sesuai dengan warna yang diinginkan. Metode ini akan menentukan nilai toleransi pada setiap dimensi warna HSV berupa hitam dan putih. Selanjutnya gambar hitam dan putih ini akan disaring menggunakan *Canny Edge Detection* agar gambar yang dihasilkan hanya berupa garis tepi. Setelah itu gambar akan diproses ke dalam filter dilasi, morfologi dan erosi untuk menghilangkan *noise* pada gambar yang dihasilkan. Selanjutnya, kamera akan membedakan obyek mana yang berbentuk lingkaran (bola) dan obyek mana yang bukan lingkaran sehingga diperoleh nilai umpan balik berupa data koordinat dari lingkaran atau bola tersebut. Proses ini menggunakan metode *Hough Circle Transform* (HCT). Metode ini merupakan teknik dasar yang digunakan dalam pengolahan gambar digital untuk mendeteksi objek melingkar (obyek bola). *Hough Circle Transform* adalah teknik ekstraksi fitur untuk mendeteksi lingkaran (obyek bola) [7]. Setelah melalui proses HCT, maka akan diperoleh nilai koordinat titik tengah bola. Gambar 2 menunjukkan proses pengambilan data menggunakan kamera dengan mode RGB.



Gambar 2. Kamera mode RGB

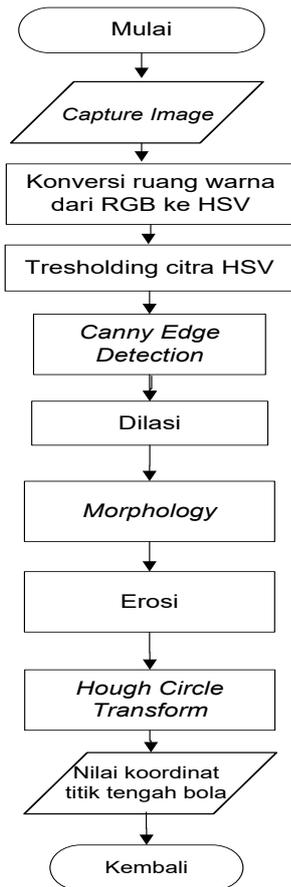
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa data yang diambil antara lain pengujian kamera, pengujian motor servo, dan pembacaan pergerakan bola.

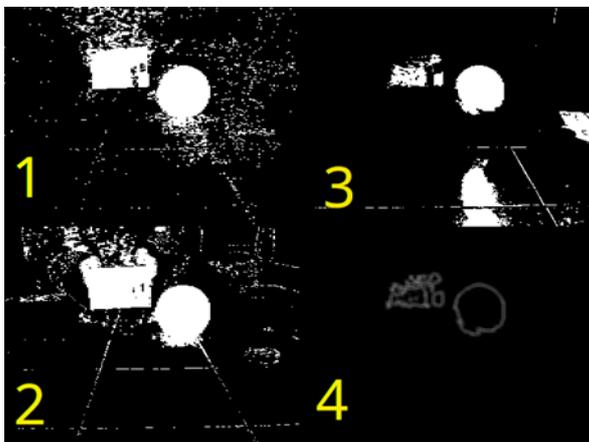
### 3.1. Pengujian Kamera

Penelitian ini menggunakan kamera Logitech C170 yang terintegrasi dengan OpenCv, menggunakan koneksi USB, dan diprogram menggunakan Code::Blocks *software*. Proses pengujian kamera diawali dengan kegiatan pengambilan gambar dengan mode RGB (*Red Green Blue*) sebagai standar acuan

Untuk tahapan selanjutnya, gambar tersebut akan diolah sehingga didapatkan hasil gambar yang sesuai. Diagram alir pada Gambar 3 merupakan langkah ujicoba kamera yang terpasang pada pan-tilt head. Setelah proses konversi dari RGB ke HSV berhasil, maka proses akan berlanjut ke filter *canny edge detection* yang akan mendeteksi semua *edge* atau garis-garis yang membentuk objek gambar dan akan lebih memperjelas bagian-bagian gambar tersebut [8]. Selanjutnya, proses akan melalui tahap filter dilasi dan morfologi yang berfungsi untuk mengurangi *noise* yang terdapat pada objek. Kemudian akan melalui filter erosi untuk memperkecil garis tepian objek sehingga terbentuk satu garis tipis untuk memperjelas objek yang akan dideteksi [9], maka diperoleh hasil sesuai dengan Gambar 4.



Gambar 3. Diagram alir kamera



Gambar 4. Hasil konversi HSV: (1) Hue, (2) Saturation, (3) Value

Pada Gambar 4 terlihat bahwa obyek yang digunakan adalah berupa bola yang terlihat pada kolom ke-4, di mana terdapat satu gambar dengan garis tepi putih berbentuk lingkaran yang menerapkan metode hasil konversi warna dari bola. Konversi yang dilakukan akan menghasilkan piksel-piksel, di mana untuk setiap piksel yang berbentuk titik hitam dengan sebuah titik pusat akan didefinisikan menjadi sebuah lingkaran [5]. Selanjutnya dilakukan pengujian

terhadap kedua aktuator yakni berupa dua motor servo yang digunakan sebagai *pan-tilt camera*.

### 3.2. Pengujian Motor Servo

Pengontrolan motor servo menggunakan *servo controller* Adafruit 16 channel yang mendukung penggunaan komunikasi serial pada Raspberry Pi motor servo melalui perintah nilai posisi. Data hasil pengujian motor servo diperoleh berdasarkan variasi nilai sudut yang dibandingkan dengan nilai posisi (PWM) pada servo *pan* dan servo *tilt* seperti yang terlihat pada Tabel 1.

### 3.3. Pembacaan Pergerakan Bola

Untuk mendeteksi pergerakan bola, sistem *pan-tilt* ini menggunakan aktuator berupa motor servo yang dirakit dengan kamera, sehingga nantinya kamera akan mengikuti pergerakan bola dengan bantuan motor servo. Tabel 2 menunjukkan data jangkauan jarak dan radius bola (dalam piksel) yang dapat dideteksi oleh kamera dengan perubahan posisi motor servo. Untuk setiap perubahan sudut 10 derajat, diperoleh perubahan nilai posisi yang tidak linier yakni rata-rata 20. Dari nilai tersebut, dapat diperoleh ketelitian pembacaan nilai derajat oleh motor servo sesuai dengan Persamaan (1).

Tabel 1. Hasil pengukuran nilai posisi terhadap sudut motor servo

Sudut (°)	Nilai Posisi (PWM)	
	Servo Pan	Servo Tilt
0	107	108
10	119	120
20	134	134
30	152	152
40	171	171
50	191	191
60	212	212
70	235	235
80	258	259
90	281	281
100	307	307
110	331	331
120	355	354
130	375	376
140	398	398
150	421	421
160	445	445
170	473	472
180	493	495

Tabel 2. Jarak dan radius bola (piksel)

No.	Jarak Bola dari kamera (cm)	Nilai pixel bola (x)		Nilai radius bola (Piksel)
		Awal	Akhir	
1	100	156	200	31
2	200	166	202	16
3	300	166	202	13
4	400	156	200	10
5	500	148	202	5

$$\text{Ketelitian} = \frac{10^\circ}{20} = 0,5^\circ/\text{posisi} \quad (1)$$

Dari data yang diperoleh, ternyata perubahan nilai sudut pada motor servo hampir linier terhadap perubahan sudut. Hal ini bisa terjadi karena proses pengambilan data hanya menggunakan busur derajat manual, dan dalam menentukan sudut juga dilakukan secara visual.

Semakin jauh objek dideteksi, maka dimensinya akan semakin kecil sehingga jangkauan pergerakan kamera akan lebih luas terhadap obyek. Pergeseran posisi dari motor servo terhadap pergerakan bola pun semakin kecil, namun pergerakan motor servo untuk pelacakan bola bisa mengikuti.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem *pan-tilt* yang diterapkan pada aktuator yang berupa motor servo dapat melacak/mengikuti pergerakan bola dengan baik sesuai dengan kriteria obyek yang diinginkan (misalnya, dengan kriteria kesesuaian warna). Hal ini dibuktikan dengan data yang dihasilkan pada saat pendeteksian bola oleh kamera pan-tilt, yaitu berupa nilai radius dan jarak yang dinamis antara bola dan *pan-tilt camera*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas berkah dan kemudahan yang diberikan untuk menyelesaikan penelitian ini, serta kepada tim *editor* dan *reviewer* Jurnal Matrix.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kumar, P., Dick, A. & Sheng, T. S. (2009). Real time target tracking with pan tilt zoom camera. *Digital Image Computing: Techniques and Applications*, 492-497.
- [2] Lim, S.N., Elgammal, A. & Davis, L. S. (2003). Image-based pan-tilt camera control in a multi-camera surveillance environment. *International Conference on Multimedia and Expo*, 645-648.
- [3] Davis, J. & Chen, X. (2003). Calibrating pan-tilt cameras in wide-area surveillance networks.

*Proceedings 9<sup>th</sup> IEEE International Conference on Computer Vision*, 144-149.

- [4] Yosafat., S., Machbub, C. & Hidayat, E.M.I. (2017). Design and implementation of pan-tilt control for face tracking. *7<sup>th</sup> IEEE International Conference on System Engineering and Technology*, 217-222.
- [5] Deng, H., Zhao, X. & Hou, Z. (2010). A motion controller for a pan-tilt camera on an autonomous helicopter. *11<sup>th</sup> International Conference on Control Automation Robotics & Vision*. 585-590.
- [6] Benedictus, Y.B.P., Widi, H. & Katon W. (2010). Segmentasi warna dengan deteksi warna HSV untuk mendeteksi objek. *Jurnal Informatika*, 6(2), 1-14.
- [7] Mu, J. & Li, Y. (2016). A new efficient real-time arbitrary colored ball recognition method for a humanoid soccer robot. *12<sup>th</sup> World Congress on Intelligent Control and Automation*. 494-499.
- [8] Xin, G., Ke C. & Xiaoguang H. (2012). An improved Canny edge detection algorithm for color image. *IEEE 10<sup>th</sup> International Conference on Industrial Informatics*. 113-117.
- [9] Zhao, D. & Daut, D.G. (2002). Shape recognition using morphological transformations. *1991 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*. 2565-2568.



## 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>