

INFOTRONIK

Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika

Hasil Penelitian & Penulis

Halaman

IMPLEMENTASI FAILOVER GATEWAY RECURSIVE DAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE PER CONNECTION CLASSIFIER <i>Muhammad Farhan Damawan, Siemet Risananto</i>	PDF 66 - 68
ANALISIS KEAMANAN PADA TEKNOLOGI BLOCKCHAIN <i>Zen Munawar, Novianti Indah Putri, Iswanto Iswanto, Dandun Widhiantoro</i>	PDF 67 - 79
SISTEM KENDALI PUSHER SEBAGAI PENDORONG BILLET PADA MESIN FURNACE BERBASIS PLC SIEMENS S7-300 <i>Kevin Rcnald Sragarta, Didik Arbowo</i>	PDF 80 - 90
PENGUJIAN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS IOT <i>Fajar Eks Subagja, Adimes Prasetyo Supriyadi, Ananda Rizky Kurniadi, Yuliarnan Saragih</i>	PDF 91 - 97
EVALUASI KESIAPAN IMPLEMENTASI E-LEARNING UPN VETERAN JAWA TIMUR : METODE E-LEARNING READINESS <i>Nabila Athifah Zahra, Eristya Maya Safitri, Fadiyah Dhara Al Anaya, Aidah Maryam Bermin, Ardina Sagita Amanda</i>	PDF 98 - 106
BOOKING FASILITAS RUANGAN MEETING DI PT BETON ELEMEN PERSADA BERBASIS WEB <i>Randi Muchamad Rachman, Dhema Yunautama</i>	107 - 114



UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI : TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO DAN SISTEM INFORMASI

IMPLEMENTASI FAILOVER GATEWAY RECURSIVE DAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE PER CONNECTION CLASSIFIER

Muhammad Farhan Darmawan¹, Slamet Risnanto²

^{1,2}. Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sangga Buana

¹ farhanofficial8@gmail.com, ² slamet.risnanto@usbykp.ac.id

ABSTRACT

The need for the internet today is very important. Then a very stable connection is needed to support maximum internet needs. One internet service provider (ISP) is still experiencing poor performance so that it interferes with the activities of these internet needs, and a solution is needed so that performance becomes even better. One way to improve internet network performance requires more than two ISPs, namely by using failover and load balancing. In this study, we tried to implement a failover recursive gateway and a load balancing PCC method using mikrotik. By observing the quality of service (QoS) parameters, the average value of throughput, packet loss, delay, and jitter can be estimated. The result of implementing the recursive gateway failover and load balancing PCC method is that the gateway failover successfully helps when the connection is interrupted. The failover works to move the connection temporarily to another ISP that is a backup, while load balancing manages to balance traffic to be stable at high traffic. The results of the observation of QoS parameters from the network performance of this study obtained an average throughput value of 2750 Kbps, packet loss of 0%, delay of 2,984, jitter of 2.98 by obtaining an index of 3.75 and a satisfactory category with expected results.

Keywords: Failover, Load balancing, Metode Per Connection Classifier (PCC), Gateway Recursive.

ABSTRAK

Kebutuhan internet pada zaman ini sangat berperan penting. Maka diperlukan koneksi yang sangat stabil untuk menunjang kebutuhan internet yang maksimal. Dengan koneksi jaringan internet satu internet service provider (ISP) saja ternyata masih mengalami performa yang buruk sehingga mengganggu aktivitas kebutuhan internet tersebut dan dibutuhkan solusi agar performa menjadi lebih baik lagi. Salah satu untuk meningkatkan performa jaringan internet diperlukan lebih dari dua ISP yaitu dengan menggunakan failover dan load balancing. Pada penelitian ini mencoba menerapkan failover recursive gateway dan load balancing metode PCC menggunakan mikrotik. Dengan mengamati parameter quality of service (QoS) nilai rata-rata dari throughput, packet loss, delay dan jitter. Hasil diterapkan failover gateway recursive dan load balancing metode PCC adalah failover gateway berhasil membantu di saat koneksi mengalami kendala terputus maka failover bekerja untuk memindahkan koneksi sementara ke ISP lain yang menjadi backup sedangkan load balancing berhasil menyeimbangkan traffic agar stabil pada high traffic. Hasil pengamatan parameter QoS dari kinerja jaringan penelitian ini mendapatkan nilai rata-rata throughput 2750 Kbps, packet loss 0%, delay 2,984, jitter 2.98 dengan mendapatkan indeks 3.75 dan kategori memuaskan dengan hasil sesuai yang diharapkan.

Kata Kunci: Failover, Load balancing, Per Connection Classifier (PCC), Gateway Recursive.

PENDAHULUAN

Pada awalnya pertukaran informasi antar perusahaan melalui media mirip telepon, fax atau surat, tetapi semakin berkembangnya proses usaha serta kebutuhan yang meningkat, pertukaran informasi antar perusahaan

diharapkan metode yang mudah, cepat dan aman. Internet artinya salah satu cara untuk saling bertukar informasi satu sama lain menggunakan cepat dan praktis dengan koneksi internet, akan tetapi koneksi internet terkadang sering mengalami kendala seperti

lambatnya koneksi ketika pemakaian banyak pada saat pemakaian bersamaan yang biasanya mengakibatkan pemutusan dari Internet Service Provider (ISP) karena hanya menggunakan satu ISP dan digunakan untuk recovery (Pemulihan) membutuhkan waktu, yang mengganggu layanan koneksi. hal lain adalah transfer data ke receiver (penerima) terputus karena penggunaan bandwidth internet tidak seimbang di antara setiap pengguna.

Penelitian hasil monitoring dengan satu ISP menggunakan pengukuran Quality of Service (QoS) menghasilkan nilai rata-rata Throughput 65 Kbps, Packet loss 23,02%, Delay 24,4 ms dengan hasil tersebut kualitas dengan satu ISP masih memiliki kendala yaitu masih buruknya hasil QoS tersebut dan pastinya akan mengalami kendala kelambatan jaringan internet dan bahkan mengalami terputusnya koneksi internet ketika pemakaian sedang mengalami high traffic [1]. Permasalahan sama dengan dilakukan penelitian analisis dan pengukuran QoS dengan mendapatkan nilai indeks QoS dengan predikat yang masih sedang yaitu 2,14 dengan rata-rata Throughput 289 Kbps kategori buruk, Packet loss 28,4% kategori buruk, Delay 99,1 ms kategori sangat bagus, Jitter 9,96 ms dengan kategori bagus. Dengan hasil QoS jaringan internet pada penelitian tersebut masih belum sesuai yang diharapkan [2]. Diperlukan skenario redundancy dalam mengoptimalkan traffic jaringan internet sehingga sistem tetap berjalan sekalipun ada

komponen yang tidak bisa digunakan mirip overload pada ketersediaan bandwidth. dalam penerapan fungsi dari load balancing perlu dilakukan optimalisasi kapasitas bandwidth menggunakan menambah sumber bandwidth, bila salah satu ISP mengalami gangguan atau kepadatan traffic koneksi internet akan otomatis terdapat backup yang bisa mengantisipasi masalah. pada mengatasi konflik tersebut load balancing perlu diterapkan menggunakan menambah kapasitas bandwidth berasal penyedia layanan jasa Internet Service Provider (ISP) yang tidak selaras dimana Universitas Ahmad Dahlan (UAD) pada kampus 3 Yogyakarta yang belum memanfaatkan load balancing sebagai sarana dalam mengantisipasi kebutuhan penggunaan bandwidth [3].

Menghadapi permasalahan tersebut, penelitian ini akan mencoba menggunakan dua jaringan ISP dengan teknik failover dan *load balancing* menggunakan Mikrotik, Penyeimbangan beban adalah cara untuk mendistribusikan tugas ke berbagai sumber daya, Penerapan sistem *load balancing* dapat mengatasi permasalahan ketika salah satu ISP mengalami permasalahan korelasi, Hal ini terlihat dengan secara otomatis mengalihkan koneksi ke port aktif ISP, sehingga kinerja jaringan tetap berfungsi normal, Pengujian throughput pada pagi, siang, dan malam hari menunjukkan perubahan nilai yang sangat baik setelah penerapan load balancer, Tes latency dan packet loss juga memberikan

perubahan skor dari buruk menjadi sangat baik setelah penerapan sistem *load balancing*.

Failover bisa menjadi solusi jika node jaringan down, Failover merupakan proses perpindahan koneksi ke jalur alternatif akibat adanya gangguan koneksi pada ISP [4].

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan 4 parameter quality of service (QOS) yaitu throughput, packet loss, jitter dan delay pada jaringan internet menggunakan dua ISP dengan failover gateway recursive dan load balancing metode per connection classifier dan pengambilan data menggunakan wireshark. Tempat penelitian yang akan dilakukan adalah di kost lingkar jaya dengan client aktif rata-rata 31 clients. QOS mengacu jaringan komputer yang mengelola lalu lintas data untuk mengurangi packet loss (kehilangan paket), latency, dan jitter pada jaringan internet. Quality of service adalah kemampuan berasal sebuah layanan untuk menjamin performance serta merupakan parameter yang mengukur kualitas berasal sebuah layanan. Parameter QoS mengacu pada performance taraf kecepatan dan keandalan penyampaian aneka macam jenis data pada komunikasi [5]. QOS (Quality of Service) berarti kemampuan jaringan untuk menawarkan operator yang bagus dengan menggunakan penyediaan throughput, packet loss, dan delay. Definisi QOS berhubungan dengan mengelola throughput bandwidth, delay, jitter, dan packet loss untuk aliran dalam jaringan [6]. Wireshark ialah perangkat

lunak yang dapat memahami struktur berbagai protokol jaringan, Wireshark dapat memonitor paket pada jenis jaringan yang mendukung pcap, di Wireshark, data dapat dikumpulkan melalui kabel atau nirkabel, Data dapat dibaca dari berbagai jenis jaringan, termasuk Ethernet, IEEE 802.11 atau Point-to-Point Protocol (PPP) [7].

Failover adalah strategi yang menggunakan berbagai jalur untuk mencapai sasaran jaringan, tetapi pada kondisi normal hanya satu tautan yang aktif. Sementara tautan yang tidak digunakan berperan sebagai cadangan dan akan diaktifkan secara otomatis hanya jika tautan utama mengalami kegagalan. Dengan menggunakan teknik bridging rekursif, Failover secara otomatis mengalihkan sumber daya Internet dari tautan utama ke tautan cadangan.

Rekursi port merujuk pada metode yang memeriksa port yang tidak langsung terhubung ke router yang sedang digunakan. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan parameter Scope dan target Scope dalam konfigurasi routing. Secara bawaan, router akan mentransfer nilai dari scope dan target scope untuk setiap jenis routing, di mana nilai tersebut dapat berbeda-beda [8], Metode classifier per koneksi dalam Load Balancing adalah suatu teknik yang dimiliki oleh router MikroTik. Teknik ini memungkinkan pengguna untuk mengatur lalu lintas data dengan cara yang memungkinkan sirkulasi data terbentuk dan menjaga paket data [9],

sedangkan metode PCC ini mengelompokkan traffic koneksi yang keluar masuk router sebagai beberapa grup dimana pengelompokan ini dapat dibedakan dengan src-address, dst-address, src-port dan dst-port. Adapun kelebihan berasal metode ini artinya dapat memenuhi kebutuhan gateway pada setiap paket data yang mempunyai korelasi di data yang sebelumnya yang telah dilewatkan pada salah satu jalur gateway. yang merupakan kekurangan dari metode ini artinya akan mengurangi terjadinya overload pada salah satu jalur gateway yang disebabkan karena melakukan akses terhadap situs yang sama pada ketika yang bersamaan [10]. Penelitian analisis perbedaan kinerja load balancing menggunakan metode Per Connection Classifier (PCC) serta Equal Cost Multi Path (ECMP). hasil percobaan mikrotik routerOS artinya dimana PCC membuat throughput dan ketahanan yang lebih bagus daripada metode ECMP saat jaringan mengalami persoalan. Pada ECMP menghasilkan Round Trip Time (RTT) lebih optimal dibandingkan dengan metode PCC. Dan metode PCC berhasil mengoptimalkan throughput dengan baik dibandingkan dengan ECMP [11]. Analisis dan implementasi load balancing menggunakan metode Nth pada jaringan personal komputer dinas pendidikan provinsi jambi melakukan load balancing pada personal komputer server serta hasilnya dapat menyeimbangkan beban bandwidth yang diperlukan server agar dapat melayani koneksi baik komputer client [12]. Server-

based dynamic load balancing pada mana penyeimbang beban SDN memecahkan banyak masalah yang umumnya tidak bisa diselesaikan oleh penyeimbang beban tradisional sebab penyeimbang beban tradisional memakai perangkat keras khusus. pada tulisan ini, diusulkan algoritma load balancing server bergerak maju sesuai OpenFlow serta sFlow buat mendistribusikan beban secara efisien pada antara cluster server. pada pendekatan kami, penyeimbang beban memasang aturan wildcard di saklar secara reaktif berdasarkan beban server yang diukur berdasarkan penggunaan memori, penggunaan CPU, serta jumlah koneksi aktif. Analisis komparatif berasal pekerjaan yang diusulkan sudah dilakukan serta hasilnya memberikan bahwa algoritma load balancing server dinamis kami lebih baik berasal di algoritma round robin serta load balancing acak [13]. Load balancing metode Nth dengan jaringan internet menggunakan 3 ISP pada Kantor Bupati Kabupaten Jayapura. Dengan hasil Penggunaan mekanisme *load balancing* ke-N pada masing-masing ISP lebih optimal dibandingkan sebelumnya menggunakan mekanisme load balancing ke-N, dan throughput yang diperoleh dengan menggunakan *load balancing* seimbang antar ketiga ISP [10].

METODE

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah

Pada tahap ini kita akan mengidentifikasi masalah-masalah yang ada pada penelitian sebelumnya, khususnya Mungkin ada kekurangan kinerja QoS saat menggunakan satu ISP., Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk meningkatkan kinerja pencarian sebelumnya dengan menggunakan teknik recursive failover dan PCC *load balancing*.

2. Menetapkan tujuan penelitian

Dalam fase ini, penetapan tujuan penelitian bertujuan untuk meningkatkan kinerja Quality of Service (QoS), termasuk throughput, latency, dan packet loss, melalui penerapan teknik load balancing dan failover rekursif.

3. Studi Pustaka

Pada tahap penelitian kepustakaan mengumpulkan referensi-referensi yang berkaitan dengan judul topik penelitian dari berbagai buku, artikel, majalah, artikel, website dan beberapa bahan referensi lainnya.

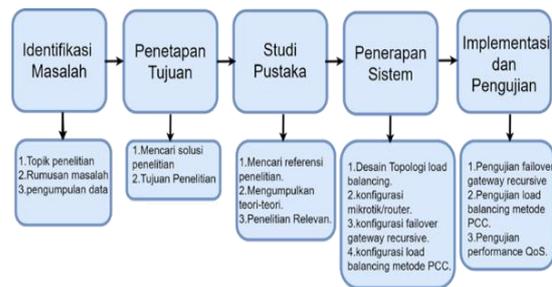
4. Penerapan Sistem

Implementasi sistem Langkah ini merupakan langkah perancangan sistem yang akan dibuat. Langkah-langkah untuk menerapkan sistem ini termasuk menentukan persyaratan perangkat dan model jaringan.

5. Implementasi dan Pengujian

Konfigurasi router MikroTik, penerapan rekursi failover port, metode penyeimbangan beban dengan PCC, serta evaluasi hasil desain sistem jaringan akan diimplementasikan

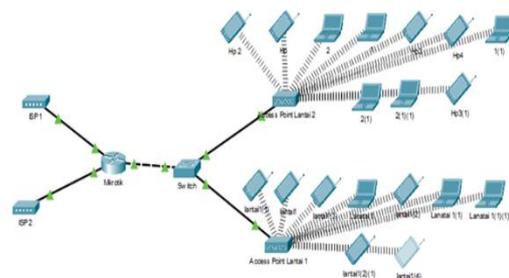
dalam proses implementasi dan pengujian. Pengambilan data menggunakan aplikasi Wireshark dan pemrosesan data dengan menggunakan metode Quality of Service (QoS) akan digunakan untuk mengukur kinerja sistem. Metodologi penelitian ini diuraikan secara visual dalam Gambar 1.



Gambar 1: Metodologi Penelitian

Desain Topologi

Perancangan topologi yang akan digunakan pada penelitian ini akan menggunakan dua buah ISP yang akan dihubungkan dengan proxy yang selanjutnya akan menangani paket data masuk dan keluar menggunakan PCC dan switch port *load balancing*, Redundansi rekursif sehingga bandwidth dapat dibagi, dengan cara yang sama dan dapat membackup link atau ISP ketika salah satu ISP down, dan berikut desain topologi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Topologi

Kebutuhan Software dan Hardware

Setelah memahami desain topologi yang akan digunakan, langkah berikutnya adalah mengidentifikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang diperlukan untuk menerapkan sistem jaringan failover gateway rekursif dan metode penyeimbangan beban PCC. Berikut ini pada Tabel 1 menjelaskan spesifikasi software yang dibutuhkan sedangkan di pada Tabel 2 akan menjelaskan spesifikasi hardware yang dibutuhkan.

Tabel 1: Spesifikasi Kebutuhan Software

No	Software	Keterangan
1	Winbox versi 3.36	Untuk melakukan remote ke router GUI mikrotik
2	Microsoft Windows 10	Sebagai sistem operasi admin dan konfigurasi mikrotik
3	Wireshark	Untuk analisa data yang melintas pada media transmisi dan mempresentasikan dengan logis

Tabel 2: Spesifikasi Kebutuhan Hardware

No	Hardware	Jumlah	Spesifikasi
1	Mikrotik RB750GL	1 unit	Architecture: MIPS-BE CPU: AR7242 400MHz Main Storage: 64MB RAM: 64MB Ethernet: 5 Port
2	Komputer Client/Adm in	1 unit	Laptop AMD A8 RAM 8 GB LAN LAN 100 Mbps
3	ISP	2 unit	Bandwidht ISP 10 Mbps Bandwidht ISP 50 Mbps

Parameter-Parameter Quality of Service (QoS)

QOS (Quality of Service) berarti kemampuan jaringan untuk menawarkan operator yang

bagus dengan menggunakan penyediaan throughput, packet loss, dan delay. Quality of Service QOS mempunyai standarisasi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*). TIPHON merupakan standar penilaian parameter QoS yang dikeluarkan oleh badan standar ETSI (*European Telecommunications Standards Institue*) [14].Definisi QOS berhubungan dengan mengelola throughput bandwidth, delay, jitter, dan packet loss untuk aliran dalam jaringan [6]. Adapun indeks QOS sebagai berikut pada Tabel 3.

Tabel 3: Indeks QOS

No	Nilai Indeks	Persentase (%)	Kategori
1	3,8 - 4	95 – 100	Sangat Memuaskan
2	3 – 3,79	75 – 94,75	Memuaskan
3	2 – 2,99	50 – 74,75	Sedang
4	1 – 1,99	25 – 49,75	Buruk

Sumber: TIPHON (14)

1. Throughput

Throughput adalah bandwidth aktual yang diukur pada laju waktu tertentu selama transmisi dokumen, Secara umum, bandwidth bahkan memperhitungkan satuan bit dan bit per detik (bps) yang sama, tetapi throughput juga menggambarkan bandwidth sebenarnya pada waktu tertentu dan dalam situasi aktif dan jaringan digunakan untuk mengunduh file dengan ukuran tertentu, Throughput mewakili keseluruhan cakupan perjanjian paket yang memberikan keberhasilan lokal pada suatu

tujuan dalam periode perjalanan tertentu dibagi dengan periode tersebut [1].

Jenis indeks throughput berikut ditunjukkan pada Tabel 4.

$$Throughput = \frac{\text{jumlah data yang dikirim (kb)}}{\text{waktu pengiriman data (s)}} \dots \dots (1)$$

Tabel 4: Kategori Throughput

No	Kategori Throughput	Throughput	Indeks
1	Sangat Memuaskan	>2,1 Mbps	4
2	Memuaskan	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
3	Sedang	700-1200 kbps	2
4	Kurang baik	338-700 kbps	1
5	Buruk	0-338 kbps	0

Sumber: TIPHON (14)

2. Delay

Delay adalah waktu tunda suatu paket karena metode transmisi dari satu titik ke titik lainnya ke tujuan [2]. Berikut kategori indeks delay ada pada Tabel 5. Rumus untuk menghitung delay sebagai berikut:

$$\text{Rata – rata delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket data yang diterima}} \dots \dots (2)$$

Tabel 5: Kategori Delay

No	Kategori Latensi	Besar Delay	Indeks
1	Sangat Memuaskan	< 159 ms	4
2	Memuaskan	150 s/d 300 ms	3
3	Sedang	300 s/d 450 ms	2
4	Buruk	>450 ms	1

Sumber: TIPHON (14)

3. Packet Loss

Packet loss digambarkan sebagai kesalahan dalam mengirimkan paket IP ke tujuan, Kesalahan yang terjadi pada sisi penerima

antara lain dapat disebabkan oleh buffer overflow, Dalam penyebaran jaringan IP, nilai packet loss harus memiliki nilai minimum [2], Secara umum terdapat empat jenis penurunan kinerja jaringan pada nilai packet loss, seperti terlihat pada Tabel 6 Rumus perhitungan packet loss:

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Data yang dikirim} - \text{Data yang diterima}}{\text{Paket data yang diterima}} \times 100\% \dots (3)$$

Tabel 6: Kategori Packet loss

No	Kategori Degradasi	Packet Loss	Indeks
1	Sangat Memuaskan	0% - 2%	4
2	Memuaskan	3% - 14%	3
3	Sedang	15% - 24%	2
4	Buruk	>25%	1

Sumber: TIPHON (14)

4. Jitter

Jitter adalah varian penundaan di antara paket yang terjadi di jaringan IP. jumlah nilai jitter dapat didorong secara substansial melalui versi dalam beban pengunjung situs dan jumlah tabrakan antar paket (*congestion*) dalam jaringan IP. Semakin banyak *traffic* memuat di jaringan, semakin besar bahaya kemacetan menggunakan sehingga nilai jitter mungkin lebih banyak. Semakin banyak harga jitter akan membawa nilai QoS terjadi [2]. Berikut kategori-kategori jitter pada Tabel 7. Rumus menghitung jitter sebagai berikut:

$$\text{jitter} = \frac{\text{TOTAL VARIASI DELAY}}{\text{TOTAL PAKET DITERIMA} - 1} \dots (5)$$

Total variasi *delay* diperoleh dari penjumlahan:

$$(delay\ 2 - delay\ 1) + (delay\ 3 - delay\ 2) + \dots + (delay\ n - delay\ (n - 1)) \dots (6)$$

Tabel 7: Kategori Jitter

No	Kategori Degradasi	Jitter	Indeks
1	Sangat Memuaskan	0 ms	4
2	Memuaskan	1 s/d 75 ms	3
3	Sedang	76 s/d 125 ms	2
4	Buruk	>125 ms	1

Sumber: TIPHON (14)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Load balancing PCC

Penerapan *load balancing* metode PCC dalam penelitian ini dilakukan dengan dua ISP agar menyebarkan beban traffic secara seimbang antara ISP satu dan ISP dua untuk mengoptimalkan penggunaan bandwidth sehingga diperoleh kinerja yang lebih optimal. Metode *load balancing* adalah sebuah teknik pendistribusian beban traffic data pada minimal dua jalur ISP atau lebih jalur koneksi secara seimbang, tujuannya adalah supaya *traffic* berjalan dengan secara optimal dan memaksimalkan *throughput* dan kemudian akan memperkecil waktu tanggap dan mengantisipasi adanya overload pada salah satu internet yang ada pada mikrotik.

Proses pembagian beban pada sistem load balancing memiliki cara serta prosedur pemecahan spesifik dalam penerapannya. Perangkat yang digunakan di penerapan *load balancing* pada biasanya menyediakan beberapa jenis algoritma dalam melakukan pembagian terhadap beban traffic yang

bertujuan pada mencocokkan penyetaraan beban *traffic* sesuai ciri pada server yang dimiliki. Di dalam load balancing yang ada di mikrotik, terdapat beberapa hal yang krusial diperhatikan buat melakukan setting load balancing yaitu static route, police route, firewall mangle dan firewall src-nat. Dimana firewall mangle ialah penanda terhadap suatu router sebelum paket masuk ke routing dimana static route dan policy route berfungsi untuk manajemen *uplink flow* yang adalah kebijakan jalur routing yang mau dilalui oleh paket data yang telah diberi indikasi.

Penerapan Failover Gateway Recursive

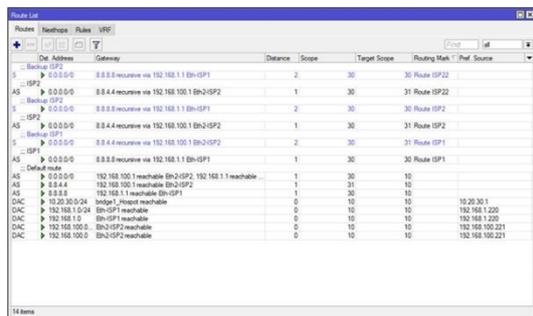
Pada penelitian ini selain menggunakan PCC akan menggunakan failover gateway recursive agar pengecekan gateway melalui route menggunakan IP internet, tidak seperti failover biasa yang hanya mengecek melalui IP lokal dari router saja. Sehingga jika ada masalah koneksi internet pada ISP1 semua traffic akan berpindah ke ISP2 karena ISP2 akan menjadi backup ISP1 dan sebaliknya jika ISP2 terkendala maka ISP1 akan menjadi backup ISP2. Dengan failover gateway recursive mampu berpindah koneksi ke backup secara otomatis jika memang ada kendala pada ISP1 atau ISP2.

Hasil Pengujian Failover Gateway Recursive

Pada tahap penelitian ini akan menguji failover gateway recursive untuk terlihat apakah sudah berjalan dengan baik atau belum maka perlu pengujian pada tahap ini dengan

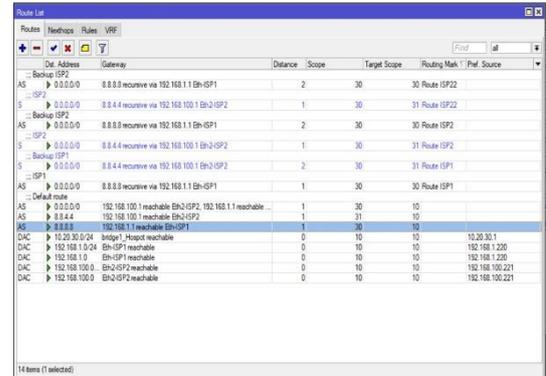
melakukan monitoring pada winbox mikrotik. ISP 1 dan ISP 2 ditandai berwarna hitam dan sudah recursive ke IP internet 8.8.8.8 dan 8.8.4.4 artinya untuk terhubung ke ISP1 dan ISP2 harus melalui IP internet tersebut dahulu agar dengan ping IP, jika ada kendala pada internet di dua ISP tersebut maka nanti akan berpindah koneksi nya ke backup ISP yang berwarna biru tersebut jika ISP1 terkendala maka nanti akan terbackup oleh ISP2 yang berwarna biru backup ISP1 akan mengubah gateway ke ISP2 dan sebaliknya jika ISP2 terkendala nanti akan digantikan oleh backup ISP2 yang sudah akan mengubah ke gateway ISP1. Dan berikut tampilan yang ada di winbox pada Gambar 3.

sudah berhasil berjalan dengan baik. Dengan hasilperubahan monitoring pada Gambar 4.



Gambar 3: Monitoring Failover Gateway Recursive

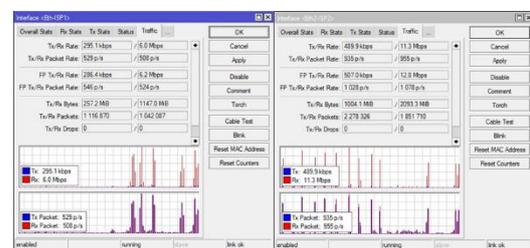
Hasil pengujian backup ISP2 berubah menjadi warna hitam artinya ISP2 ada kendala sehingga ISP2 dialihkan ke gateway ISP1 yang sudah di setting sebelumnya. Dengan demikian jika ada kendala pada internet kedua ISP tersebut maka nanti akan gateway akan beralih ke hanya satu gateway saja sehingga jaringan internet tidak akan ada kendala karena sudah di backup oleh ISP satunya. Dengan begitu failover gateway recursive



Gambar 4: Pengujian Failover Gateway Recursive

Hasil Pengujian Load Balancing PCC

Pada tahap ini akan melakukan pengujian load balancing apakah sudah berhasil berjalan dengan baik atau belum. Sehingga diperlukan monitoring melalui winbox mikrotik apakah load balancing sudah merata melakukan pembagian traffic. ISP1 dan ISP2 sudah aktif dan berhasil menyebarkan traffic secara seimbang dan berjalan saat jaringan sedang digunakan oleh client, artinya bahwa load balancing sudah berjalan dengan baik. Hasil monitoring pada mikrotik sebagai berikut pada Gambar 5.



Gambar 5: Hasil Pengujian Load Balancing

Hasil Pengujian Performa QOS Jaringan

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian kualitas performa dari jaringan koneksi yang sudah diterapkan dimana pengujian dilakukan

sebanyak lima kali pengujian dengan aplikasi wireshark untuk pengambilan datanya, kemudian hasilnya akan berupa rata-rata parameter QOS seperti throughput, packet loss, delay, dan jitter. Dan hasilnya sebagai berikut pada Tabel 8.

Tabel 8: Hasil QOS

Parameter QOS	Hasil Rata-Rata	Kategori QOS	Indeks
Throughput	2750 Kbps	Sangat Memuaskan	4
Packet Loss	0 %	Sangat Memuaskan	4
Delay	2,894 ms	Sangat Memuaskan	4
Jitter	2,89 ms	Memuaskan	3
Hasil QOS		Memuaskan	3,75

Dengan rekapitulasi hasil QOS performa ini terlihat QOS pada penelitian ini mendapatkan indeks QOS 3,75 dengan persentase 93,7% dan berhasil naik peringkat kategori ke memuaskan dari penelitian sebelumnya yang menggunakan satu ISP dan hanya mendapatkan kategori buruk dan kategori sedang. Dengan begitu failover gateway recursive dan load balancing PCC bisa menjadi solusi untuk internet lebih stabil dan mendapatkan quality of service yang baik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba penerapan yang telah dilakukan pada penelitian ini failover gateway recursive dan load balancing metode PCC mampu meningkatkan parameter QOS nilai throughput, packet loss, delay, dan jitter sehingga bisa menjadi solusi jika internet mengalami kendala pada high traffic. Dengan diterapkannya failover gateway recursive dan

load balancing metode PCC beban traffic pada masing-masing ISP menjadi seimbang sehingga pemakaian bandwidth menjadi efisien. Load balancing metode PCC berhasil menyeimbangkan traffic sedangkan failover gateway recursive berhasil membantu koneksi di saat salah satu ISP mengalami kendala atau terputus sehingga failover bisa memindahkan gateway ke ISP lainnya yang menjadi backup agar koneksi internet masih tetap berjalan dengan lancar. Hasil dari kinerja jaringan parameter standar TIPHON quality of service (QOS) nilai rata-rata throughput, packet loss, delay dan jitter mendapatkan nilai rata-rata throughput 2750 Kbps kategori sangat memuaskan, packet loss 0% kategori sangat memuaskan, delay 2,984 kategori sangat memuaskan, jitter 2.98 kategori sangat memuaskan, dengan mendapatkan hasil QOS indeks 3,75 dengan persentase 93,7% dan mendapatkan kategori memuaskan. Maka bisa disimpulkan kinerja jaringan QOS sesuai yang diharapkan. Namun belum maksimal dikarenakan belum mendapatkan kategori sangat memuaskan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. R. Utami, “Analisis Perbandingan Quality Of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media,” *J. Ilm. Teknol. Dan Rekayasa*, Vol. 25, No. 2, Pp. 125–137, 2020, Doi: 10.35760/Tr.2020.V25i2.2723.

[2] Aprianto Budiman, M. Ficky Duskarnaen, And Hamidillah Ajie, “Analisis Quality Of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Smk Negeri 7

- Jakarta,” *Pinter J. Pendidik. Tek. Inform. Dan Komput.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 32–36, 2020, Doi: 10.21009/Pinter.4.2.6.
- [3] M. D. Haryanto And I. Riadi, “Analisis Dan Optimalisasi Jaringan Menggunakan Teknik Load Balancing (Studi Kasus Jaringan Uad Kampus 3),” *Jstie (Jurnal Sarj. Tek. Inform.*, Vol. 2, No. 3, Pp. 172–180, 2014.
- [4] T. Rahman, E. Sulistianto, A. Sudibyo, S. Sumarna, And B. Wijonarko, “Per Connection Classifier Load Balancing Dan Failover Mikrotik Pada Dua Line Internet,” *Jika (Jurnal Inform.*, Vol. 5, No. 2, P. 195, 2021, Doi: 10.31000/Jika.V5i2.4517.
- [5] M. Arief Agus Sukmandhani, S.Kom., “Qos (Quality Of Services) | Computer Science.” <https://Onlinelearning.Binus.Ac.Id/Computer-Science/Post/Qos-Quality-Of-Services> (Accessed Jul. 28, 2022).
- [6] I. Iskandar And A. Hidayat, “Analisa Quality Of Service (Qos) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: Uin Suska Riau),” *J. Coreit*, Vol. 1, No. 2, Pp. 67–76, 2015.
- [7] A. R. Maulana, H. Walidainy, M. Irhamsyah, F. Fathurrahman, And A. Bintang, “Analisis Quality Of Service (Qos) Jaringan Internet Pada Website E-Learning Univiersitas Syiah Kuala Berbasis Wireshark,” *J. Komputer, Inf. Teknol. Dan Elektro*, Vol. 6, No. 2, Pp. 27–30, 2021, Doi: 10.24815/Kitektro.V6i2.22284.
- [8] D. Novianto And E. Helmud, “Implementasi Failover Dengan Metode Recursive Gateway Berbasis Router Mikrotik Pada Stmik Atma Luhur Pangkalpinang,” *J. Ilm. Inform. Glob.*, Vol. 10, No. 1, Pp. 26–31, 2019, Doi: 10.36982/Jig.V10i1.732.
- [9] Y. Pangestu, D. Setiyadi, And F. N. Khasanah, “Metode Per Connection Classifier Untuk Implementasi Load Balancing Jaringan Internet,” *Piksel Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 1–8, 2018, Doi: 10.33558/Piksel.V6i1.1389.
- [10] R. Rasna And A. Ashari, “Application Of Load Balancing With The Nth Method On Multiple Gateway Internet Networks,” *Ijccs (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, Vol. 13, No. 2, P. 159, 2019, Doi: 10.22146/Ijccs.39074.
- [11] M. I. Firdaus, “Analisis Perbandingan Kinerja Load Balancing Metode Ecmp (Equal Cost Multi-Path) Dengan Metode Pcc (Per Connection Classifier) Pada Mikrotik Routeros,” *Technol. J. Ilm.*, Vol. 8, No. 3, P. 165, 2017, Doi: 10.31602/Tji.V8i3.1139.
- [12] A. W. Syaputra And S. Assegaff, “Analisis Dan Implementasi Load Balancing Dengan Metode Nth Pada Jaringan Dinas Pendidikan Provinsi Jambi,” *Anal. Dan Implementasi Load Balanc. Dengan Metod. Nth Pada Jar. Dinas Pendidik. Provinsi Jambi*, Vol. 2, No. 4, Pp. 831–844, 2017.
- [13] S. W. Prakash And P. Deepalakshmi, “Server-Based Dynamic Load Balancing,” *2017 Int. Conf. Networks Adv. Comput. Technol. Netact 2017*, No. July, Pp. 25–28, 2017, Doi: 10.1109/Netact.2017.8076736.
- [14] Etsi, “Telecommunications And Internet Protocol Harmonization Over Networks (Tiphon); General Aspects Of Quality Of Service (Qos),” *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, Vol. 1, Pp. 1–37, 1999.

ANALISIS KEAMANAN PADA TEKNOLOGI BLOCKCHAIN

Zen Munawar¹, Novianti Indah Putri², Iswanto³, Dandun Widhiantoro⁴

¹ Manajemen Informatika, Politeknik LP3I

² Sistem Informasi, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia

³ Teknik Informatika, Universitas Nurtanio Bandung

⁴ Teknik Elektro Informatika, Politeknik Negeri Jakarta

¹ munawarzen@gmail.com

ABSTRACT

Blockchain technology has great potential with a wide range of applications and provides broad opportunities for various infrastructures. Blockchain is a decentralized technology, that having broad power to solve business problems. Blockchain is emerging as a technology that promises to ensure higher levels of data encryption and security. This research aims to analyze security in blockchain technology. Transaction protection can use blockchain Security blocks against internal, malicious, peripheral and accidental threats. Analysis was carried out on the blockchain security framework architecture and as the system security model used in blockchain technology It is necessary to integrate existing security architectures with blockchain-based applications regarding technological and organizational issues. Terminal devices, networks, and super-node servers as part of the infrastructure tier. Security contributions can be mapped according to these three levels. Research discussions also on blockchain technology security architecture, frameworks, and standards and frameworks to reduce cybersecurity risks when using blockchain technology. With this research we hope to improve the current literature on blockchain security and propose future research.

Keywords: Blockchain Technology, Blockchain Security, Data Security, Security Standards

ABSTRAK

Teknologi blockchain memiliki potensi besar dengan beragam aplikasi dan memberikan peluang luas untuk berbagai infrastruktur. Blockchain adalah teknologi terdesentralisasi, memiliki kekuatan yang luas untuk memecahkan masalah bisnis. Blockchain muncul sebagai teknologi yang dijanjikan untuk memastikan tingkat enkripsi dan keamanan data yang lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keamanan pada teknologi blockchain. Keamanan Blockchain adalah perlindungan transaksi dalam blok terhadap ancaman internal, jahat, perifer, dan tidak disengaja. Analisis dilakukan pada arsitektur kerangka keamanan blockchain serta model keamanan sistem yang digunakan pada teknologi blockchain. Perlu melakukan integrasi arsitektur keamanan yang ada dengan aplikasi berbasis blockchain mengenai masalah teknologi dan organisasi. Level infrastruktur mencakup perangkat terminal, jaringan, dan server super-node. Kontribusi keamanan dapat dipetakan menurut ketiga tingkatan tersebut. Hasil penelitian ini pada arsitektur, kerangka, dan standar keamanan teknologi blockchain dan kerangka kerja untuk mengurangi risiko keamanan dunia maya saat menggunakan teknologi blockchain. Dengan penelitian ini semoga dapat meningkatkan literatur mutakhir tentang keamanan blockchain dan mengusulkan penelitian di masa depan.

Kata Kunci: Teknologi Blockchain, Keamanan Blockchain, Keamanan Data, Standar Keamanan

PENDAHULUAN

Blockchain adalah struktur data terdistribusi yang terdiri dari blok rantai, bisa berupa buku besar global yang menyimpan catatan semua transaksi di jaringan blockchain. Dengan adopsi bitcoin yang cepat dan meluas,

blockchain dipuji sebagai inovasi dalam paradigma komputasi [1]. Teknologi blockchain memiliki potensi besar dengan beragam aplikasi dan memberikan peluang luas untuk berbagai infrastruktur. Teknologi ini mendorong manajemen sumber daya dan membuat komunikasi menjadi aman dan

efisien. Kepercayaan meningkat saat melakukan transaksi keuangan antar pihak menggunakan blockchain, karena mengurangi kemungkinan penipuan dan secara otomatis menghasilkan catatan aktivitas. Blockchain merupakan paradigma komputasi baru yang aman dan bermanfaat untuk mendukung inovasi bisnis [2].

Direktur perusahaan dengan bantuan intelijen bisnis melakukan analisis dalam mengambil keputusan [3]. Organisasi dengan bantuan big data dapat menganalisis dengan cepat serta akurat pada ukuran data yang besar [4]. Membuat pemeriksaan latar belakang otomatis dari setiap anggota sistem. Karena sifatnya yang terdesentralisasi, blockchain mempunyai sifat terdesentralisasi sehingga mengurangi risiko aktivitas penipuan dan akses tidak sah ke data sensitif.

Hasil menunjukkan pendekatan ini memiliki kinerja yang baik [5]. Saat ini semua orang menggunakan teknologi canggih untuk berkomunikasi melalui internet. Panggilan suara, panggilan video, pesan, gambar, dikirim langsung dari pengirim ke penerima melalui internet. Untuk transaksi ini, harus memelihara pihak ketiga yang terpercaya antara pengirim dan penerima ini. Pengawasan diperlukan agar teknologi bisa berjalan sesuai dengan yang diharapkan [6]. Big data mempunyai kemampuan dalam mengelola volume data, kecepatan data, variasi serta kebenaran dari data.[7]. Data mempunyai peran penting karena organisasi

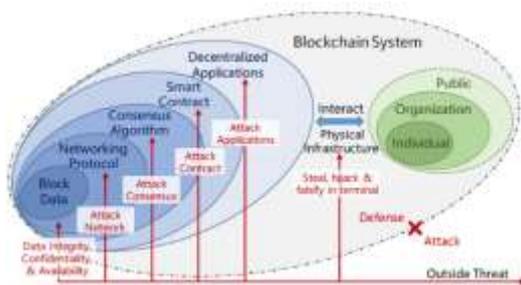
bisa berjalan dengan baik dengan adanya data sebagai fondasinya. [8].

Dalam hal transaksi uang, orang harus mempercayai pihak ketiga untuk menyelesaikannya, dalam sistem tradisional. Transaksi bisa dilakukan dengan pemanfaatan QRIS sebagai alat pembayaran [9]. Tetapi dalam kasus blockchain itu akan memberikan keamanan yang sempurna dalam bertransaksi. Sebuah blok harus mencatat setiap transaksi, itu akan bertindak seperti buku catatan. Setelah menyelesaikan transaksi, sebuah blok masuk ke blockchain sebagai database permanen. Jika sebuah blok diselesaikan, blok baru ditambahkan dengan ini atau blok baru dihasilkan. Setiap blok membawa hash dari blok sebelumnya.

Kolaborasi dan komunikasi menggunakan teknologi semua itu dapat terjadi karena komputer merupakan bagian dari teknologi informasi dan komunikasi. [10]. Diawali dengan generasi pertama dari komputer, selanjutnya industri yang berkaitan dengan teknologi informasi terus berkembang pesat dan fenomenal. Pada saat ini pengukuran secara manual tidak bisa dilakukan dalam sistem yang menggunakan informasi yang besar. Adanya aplikasi memudahkan pencatatan, perbaikan dan penghapusan data [11]. Untuk mengendalikan proses dalam aplikasi dapat menggunakan fitness dan ukuran kinerja [12].

Elemen dan Ancaman Utama dalam Keamanan Blockchain

Inovasi dan teknologi baru semakin tumbuh karena pesatnya perkembangan teknologi [13]. *Blockchain* dapat diintegrasikan dengan *smart contract*, memastikan bahwa program dapat mengeksekusi logika preset melalui *self-limitation* dan enkripsi keamanan secara kredibel dan otomatis [14]. Gambar 1 menunjukkan, blockchain dapat mengintegrasikan beberapa teknik, seperti kriptografi, protokol jaringan P2P, dan algoritma konsensus, untuk mencapai lebih banyak fungsi sistem keamanan. Protokol jaringan P2P memungkinkan blockchain untuk menangani pola yang tidak dapat diprediksi sehingga logika bisnis tidak ketinggalan zaman [15].



Gambar 1: Elemen Dan Ancaman Utama Dalam Keamanan Blockchain

Namun, masalah keamanan di blockchain terus menjadi tantangan yang signifikan [16]. Sistem blockchain telah menderita banyak serangan luar di sekitar Internet [17]. Keamanan blockchain adalah perlindungan transaksi dalam blok terhadap ancaman internal, jahat, perifer, dan tidak disengaja.

Perlindungan ini bergantung pada deteksi, pencegahan, dan respons yang tepat terhadap ancaman dari berbagai tingkat menggunakan kebijakan dan alat keamanan [17]. Namun, berbagai penelitian keamanan blockchain saat ini bersifat teknis, dengan pertimbangan terbatas pada masalah organisasi dan operasional [18]. Untuk memperbaiki kekurangan dalam sistem berbasis konten maka digunakan sistem rekomendasi [19]. Kebutuhan pengembangan digunakan karena adanya kebutuhan komponen komputer baik perangkat keras dan perangkat lunak [20].

Salah satu tahapan pengembangan sistem yaitu dengan melakukan proses dengan tujuan agar sistem dapat mengetahui kesalahan dan memperbaiki kesalahan sehingga sistem dapat berjalan sesuai rencana [21]. Manajemen berbasis model dengan fungsi analog dan pengelolaan basis data dapat dilakukan dengan menggunakan sub sistem. [22]. Kepuasan pengguna dapat dilakukan dengan analisis *online* dan evaluasi secara *offline* [23]. Tahap ini mentranslasi kebutuhan perangkat lunak dari tahap analisis kebutuhan ke representasi desain [24]. Kebutuhan pengguna dapat diketahui dengan melakukan rancangan antarmuka [20]. E-commerce sebagai penerapan dari

sistem informasi dalam proses pengembangan menggunakan *maturity model*. Dalam e-commerce terdapat kegiatan transaksi antara perusahaan dan individu [25].

Kerangka Keamanan Blockchain

Terdapat berbagai arsitektur dan model keamanan sistem, yang dapat digunakan sebagai pedoman untuk membangun kerangka kerja keamanan blockchain bisa dilihat pada Tabel 1. Pertama, tiga arsitektur pertama pada Tabel 1 menekankan implementasi dan keamanan organisasi dari suatu sistem. Arsitektur Keamanan Informasi yang diusulkan oleh Tudor berfokus pada lima komponen penting: 1) organisasi & infrastruktur, 2) kebijakan & prosedur, 3) baseline & penilaian risiko, 4) program kesadaran & pelatihan, dan 5) kepatuhan [26]. Kerangka kebijakan untuk menafsirkan risiko dalam keamanan e-Business membahas aturan kebijakan untuk mengelola informasi di antara banyak organisasi [27].

Arsitektur keamanan mengidentifikasi tuntutan untuk sebuah arsitektur terintegrasi untuk mencapai keamanan maksimum [26]. Arsitektur berikutnya yang ditawarkan oleh dua perusahaan IT yaitu, IBM konsep keamanan. IBM

memberikan pandangan tentang keamanan, termasuk bisnis, teknologi, penyampaian layanan, dan perpaduan domain cenderung memiliki elemen yang sama [28]. Oracle mengusulkan arsitektur referensi yang mencakup tiga aspek penting untuk mencapai keamanan, yaitu, keamanan data, pencegahan penipuan, dan pemberdayaan kepatuhan [29]. Penerapan teknologi informasi merupakan skenario penerapan implementasi wujud nyata dari layanan pengendalian informasi.

Standar Operasi dan Peraturan

Blockchain belum matang di bidang skalabilitas, kinerja, dan interoperabilitas dengan sistem lain. Selain tantangan teknis, perusahaan menghadapi tantangan manajemen karena blockchain harus diasimilasi dalam sistem kelembagaan, peraturan, sosial, ekonomi, dan fisik yang kompleks. Platform blockchain open-source menciptakan anomali dalam mencapai pendekatan terpadu dengan standar dan kodenya sendiri. Standardisasi terminologi dan teknologi sangat penting untuk mengoptimalkan interoperabilitas model yang berbeda. Tata kelola sangat penting untuk berhasil menerapkan blockchain sambil melindungi peserta dan meningkatkan ketahanan sistem terhadap serangan keamanan siber. Transformasi

bisnis berubah menjadi digital bisnis [30]. Terlepas dari sifat self-governing dari blockchain, regulasi sistem desentralisasi masih harus diselesaikan dalam implementasi yang sebenarnya [31]. Kurangnya standar umum dan peraturan yang jelas sangat membatasi kemampuan blockchain untuk berkembang. Kurangnya standardisasi dan regulasi berarti sulit bagi praktisi untuk mengambil manfaat dari eksplorasi dan kesalahan orang lain. Selain itu, ketika pengguna memasukkan blockchain ke dalam konteks bisnis, mereka perlu mengidentifikasi model blockchain mana yang sesuai dengan kebutuhan spesifik mereka. Untuk dapat mempertahankan bisnisnya perusahaan harus beradaptasi terhadap teknologi terkini [32]. Standardisasi model lightning network dan smart contract (LNSC) untuk meningkatkan kemampuan keamanan perdagangan dalam otentikasi dan penjadwalan antara kendaraan listrik dan tumpukan pengisian daya terdistribusi. Namun, perlindungan privasi data perdagangan konsumsi tetap menjadi masalah kritis.

Efek signifikan dalam keakuratan model prediktif sudah diselidiki pada penelitian sebelumnya. [33]. Internet dan web menyediakan sejumlah besar dataset dan

informasi [34]. Model dasar di dunia nyata yang berbeda dapat disesuaikan dengan dengan melakukan validasi modul [35].

Sistem dapat memanfaatkan fungsi atensi untuk pemilihan informasi yang relevan [36]. Perusahaan yang menggunakan internet untuk berbisnis harus mematuhi standar etika yang sama secara online [25]. Perencanaan idealnya dimulai dengan analisis kebutuhan, yaitu mengantisipasi keputusan masa depan ('menanyakan pertanyaan yang tepat'), yang kemudian diterjemahkan ke dalam kebutuhan informasi, yang kemudian menentukan kebutuhan data [37].

Teknik Komputasi Pada Data Blockchain Terenkripsi

Serangan, seperti serangan tabrakan, serangan primage, dan serangan terhadap dompet pengguna, memotivasi enkripsi homomorfik [38]. Enkripsi homomorfik mendukung perhitungan aljabar yang dieksekusi langsung pada ciphertext bukan plaintext, menghasilkan kerahasiaan data [39]. Mengaktifkan enkripsi homomorfik di blockchain dapat mendukung data pengguna tanpa informasi apa pun tentang diri mereka. Penggabungan blockchain dengan enkripsi homomorfik untuk melakukan e-voting tanpa pihak ketiga yang terpercaya.

Mekanisme enkripsi homomorfik penuh biasanya tidak efisien, dan dengan demikian enkripsi homomorfik parsial menarik lebih banyak perhatian dari para peneliti.

Otentikasi data dan untuk menjamin kebenaran informasi maka dapat menggunakan tanda-tangan homomorfik [40]. Ada berbagai jenis tanda tangan homomorfik, termasuk skema tanda tangan homomorfik linier, skema homomorfik polinomial, dan skema homomorfik berjenjang. Skema tanda tangan homomorfik linier dalam kriptografi berbasis identitas [41]. Saat mengintegrasikan tanda tangan homomorfik ke dalam model blockchain, perhitungan dan analisis dapat dilakukan sambil merealisasikan otentikasi data. Penggunaan pseudo-random noise generator dan privasi diferensial merupakan solusi alternatif untuk mengurangi inefisiensi dan ketidakmatangan enkripsi homomorfik. Kedalaman multiplikatif sirkuit adalah batasan praktis utama dalam kinerja sebagian besar algoritma enkripsi homomorfik. Dalam hal kelenturan, skema enkripsi homomorfik memiliki properti keamanan yang lebih lemah daripada skema non-homomorfik. Namun, mereka kekurangan skema tanda

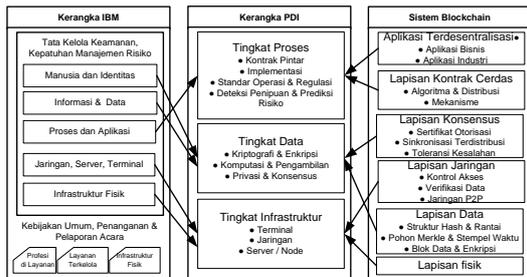
tangan full-homomorphic yang praktis dan efisien untuk blockchain selain algoritma Gentry, terutama untuk mengaktifkan keamanan dan pembelajaran mendalam dari data blockchain terdesentralisasi secara efisien. Efek signifikan dalam keakuratan model prediktif sudah diteliti pada penelitian sebelumnya [33].

METODE

Untuk mengintegrasikan arsitektur keamanan yang ada dengan aplikasi berbasis blockchain mengenai masalah teknologi dan organisasi secara seimbang [42], Penelitian ini menganalisis arsitektur keamanan blockchain infrastruktur data proses pada model PDI dengan memetakan arsitektur keamanan yang diusulkan IBM. Gambar 2 memperlihatkan kerangka PDI yang terdiri dari tiga aspek: tingkat proses, tingkat data, dan tingkat infrastruktur. Keamanan tingkat data diapit oleh proses dan infrastruktur. Keamanan blockchain di tingkat data terdiri dari otentikasi, enkripsi, algoritma konsensus, kontrol akses, dan manajemen kunci.

Tingkat proses mencakup kontrak pintar, keamanan implementasi, standar operasi, dan deteksi penipuan. Level infrastruktur mencakup perangkat terminal, jaringan, dan server super-node jika ada. Kontribusi keamanan dapat dipetakan menurut ketiga tingkatan tersebut. Tiga bagian berikutnya memeriksa sejauh mana masalah ini telah

dipelajari. Dalam sistem berbasis aturan menggunakan manajemen ketidakpastian dengan prosedur pencarian otomatis menggunakan parameter certainty faktor sebagai pengendali [43].



Gambar 2: Kerangka Keamanan Blockchain

Tiga referensi terakhir pada Tabel 1 berkonsentrasi pada standar keamanan informasi yang seragam yang diringkas dari praktik. Rangkaian standar ISO/IEC 27000 meringkas praktik terbaik manajemen keamanan yang diakui secara global [44]. Pusat Keamanan Internet membantu organisasi memfokuskan sumber daya dan keahlian keamanan mereka untuk bertahan dari serangan dunia maya [45]. Arsitektur Referensi Keamanan yang diusulkan oleh Tripwire mengintegrasikan visibilitas aset dengan fidelitas tinggi dan intelijen titik akhir yang mendalam dengan konteks bisnis, mengotomatisasi keamanan, dan operasi teknologi informasi [46].

Kerangka keamanan siber yang diusulkan oleh National Institute of Standards & Technology (NIST) menghadirkan kerangka kerja keamanan untuk memungkinkan perusahaan, meningkatkan kemampuan mereka untuk bertahan melawan serangan dunia maya [47]. Adanya perkembangan

teknologi informasi menuntut perubahan pada peran yang semula hanya penyedia informasi menjadi meningkat pada peran pengambil keputusan [48]. Dalam hal aplikasi berbasis blockchain, masalah keamanan utama meliputi pembuatan dan perlindungan kunci privat, kerentanan algoritma tanda tangan, sentralisasi proses konsensus, kerentanan kontrak cerdas, dan kerentanan aplikasi terdesentralisasi,

Tabel 1: Arsitektur, Kerangka, dan Standar Keamanan.

Model	Metrik
Arsitektur Keamanan	Arsitektur terintegrasi untuk mencapai keamanan maksimum [26].
Arsitektur Referensi Keamanan	Pandangan luas tentang keamanan, termasuk bisnis, teknologi, dan layanan [28]
Konsep Keamanan	Gambaran keamanan apa yang disediakan arsitektur dan bagaimana hal itu dapat direalisasikan [29].
ISO/IEC 27000	Rangkuman praktik terbaik manajemen keamanan [44].
Kontrol Keamanan Kritis	Membantu organisasi memfokuskan sumber daya dan keahlian keamanan mereka [49].
Keamanan Siber	Kerangka kerja untuk memungkinkan organisasi meningkatkan kemampuan [47]
ISA	Memandu pelaksana untuk mengembangkan arsitektur keamanan yang efektif [50].

Sumber: [26], [28], [29], [44], [47], [50]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masalah keamanan smart contract terjadi dalam tiga level, yaitu level bisnis, level mesin virtual, dan level kode kontrak. Secara khusus, masalah keamanan tingkat bisnis mencakup akses tidak sah, infeksi program jahat,

keadaan yang tidak dapat diprediksi, dan ketergantungan pemesanan transaksi. Masalah keamanan tingkat mesin virtual termasuk batas ukuran tumpukan, menghasilkan keacakan, dan kendala waktu.

Hasil

Proses bisnis mengharuskan praktisi untuk memutuskan dan mematuhi kebijakan yang dapat diberlakukan oleh peserta untuk menjaga keamanan sistem mereka. Keamanan blockchain pada tingkat proses sangat rumit karena banyak tugas dan tata kelola. Pada banyak elemen sederhana terjadi pengolahan informasi [51]. Kinerja aplikasi yang baru dilakukan perbandingan dengan aplikasi yang ada sebagai bagian dari implementasi sistem [43]. Masalah keamanan *smart contract* terjadi dalam tiga level, yaitu level bisnis, level mesin virtual, dan level kode kontrak. Secara khusus, masalah keamanan tingkat bisnis mencakup akses tidak sah, infeksi program jahat, keadaan yang tidak dapat diprediksi, dan ketergantungan pemesanan transaksi. Masalah keamanan tingkat mesin virtual termasuk batas ukuran tumpukan, menghasilkan keacakan, dan kendala waktu. Keamanan tingkat kode dari kontrak pintar adalah masalah penting untuk aplikasi blockchain [42].

Volume transaksi yang terlibat dalam kontrak pintar di blockchain sangat besar, dan diperlukan skenario yang lebih praktis untuk menguji stabilitas sistem guna menemukan potensi kerentanan kode. Strategi transformasi

organisasi dipengaruhi oleh transformasi digital dalam banyak hal dan tergantung pula pada pemangku kepentingan [49].

Kontrak pintar dapat diterapkan dalam situasi yang lebih kompleks, dan kompleksitas serta kesulitan teknis dari kode kontrak juga dapat meningkat. Masalah keamanan tingkat kode yang khas dari kontrak termasuk panggilan ke yang tidak diketahui, pengiriman tanpa gas, dan keadaan buntu [44]. Reentrancy dan keadaan yang tidak dapat diprediksi juga merupakan kerentanan kode yang umum [48]. Kegagalan untuk menyandikan mesin status yang benar (misalnya, lalai memeriksa status saat ini dan menghilangkan transisi tertentu) adalah masalah yang paling sering diamati.

Kontrol akses menjadi lebih rumit dalam mengembangkan sistem informasi dari sistem terintegrasi menjadi aplikasi terdistribusi, berbasis cloud, dan berbasis blockchain. Teknologi yang terkait dengan tampilan informasi tentang dunia sekitar pengguna dan cara mengendalikannya [52]. Penggunaan big data, aplikasi pada telepon pintar, dan aplikasi berbasis web merupakan contoh dari pemanfaatan teknologi informasi [53]. Dalam penelitian blockchain, kontrol akses halus dari data terdesentralisasi biasanya dipertahankan dengan menggabungkan kontrak pintar dan skema Enkripsi Berbasis Atribut (ABE). Kontrak pintar dapat menyimpan ciphertext ABE yang diperbarui, mengekspresikan semantik logika otorisasi, dan secara fleksibel menentukan kebijakan kontrol akses untuk

menghapus dan mengedit data. Baru-baru ini, para sarjana mencoba menggabungkan kontrak pintar dengan model pembelajaran mesin untuk menyediakan kontrol akses (otorisasi) yang otomatis, dinamis, dioptimalkan, dan disesuaikan sendiri [54].

Pembahasan

Peluang organisasi untuk mendapatkan informasi dalam menunjang kegiatan operasinya dapat dilakukan dengan memanfaatkan big data. [4]. Sebagian besar konten tekstual kini telah tersedia dan diperlukan teknik untuk menggunakan informasi tersebut secara bermakna dengan mengisolasi dan memeriksanya. [55]. Algoritma deep learning dan teknologi big data berguna untuk pemrosesan data dan keamanan IoT [7]. Perbedaan dan kesamaan target dipengaruhi oleh tingkat perlindungan. [11].

Terlepas dari aplikasi Fintech berbasis *cryptocurrency* dan blockchain yang terkenal, ada banyak sektor implementasi blockchain dalam konteks *Internet of Things* (IoT), ekonomi bersama, sistem perawatan kesehatan, kota pintar, jaringan pintar, manufaktur sosial, dan rantai pasokan manajemen dalam pelayanan sosial. Akibatnya, ada banyak risiko saat mengimplementasikan blockchain. Integrasi blockchain dengan sistem yang ada dapat menimbulkan tantangan besar dalam bisnis nyata. Implementasi keamanan yang tinggi membutuhkan pengujian kode kritis yang

ketat. Model bisnis asli mungkin tidak sesuai dengan logika bisnis yang mendukung blockchain karena realisasi keamanan sangat berkorelasi dengan lingkungan penerapan.

Internet of Things (IoT) adalah teknologi penting yang memungkinkan interaksi perangkat untuk bertukar data untuk pengambilan keputusan yang cerdas. Namun, kurangnya penanggulangan keamanan membuat jaringan IoT rentan terhadap ancaman dan serangan dunia maya, yang berdampak pada perlindungan privasi pemangku kepentingan yang terlibat. Sulit untuk membuat sistem otentikasi terpusat karena skala data yang sangat besar dan tingginya biaya pemeliharaan server untuk IoT. Kemampuan blockchain, termasuk tamper-resisting, transparansi, kemampuan audit, dan ketahanan jaringan, dapat mengubah kekurangan arsitektur IoT terpusat dan jaringan industri. Dengan perangkat heterogen mulai dari sensor hingga server, arsitektur keamanan multi-lapisan yang dapat diadaptasi secara dinamis dapat dirancang dengan standarisasi cerdas dari perangkat jaringan IoT. Protokol yang diterapkan, bersama dengan mekanisme konversi, perlu beroperasi di berbagai lapisan jaringan IoT.

Data berperan sebagai fondasi bangunan sebuah informasi [56]. Peningkatan pelayanan dalam sistem informasi ditunjang oleh aplikasi dengan sistem basis data yang baik [57]. Model analisis yang ada belum mampu

untuk menyelesaikan permasalahan pada domain [58].

SIMPULAN

Penelitian ini menganalisis arsitektur keamanan blockchain pada infrastruktur data proses, dan membahas lanskap masalah keamanan blockchain dan menguraikan peluang penelitian dalam sistem dan layanan informasi. Keamanan blockchain dikategorikan menjadi tiga tingkatan, yaitu tingkat proses, tingkat data, dan tingkat infrastruktur, yang disebut sebagai model keamanan blockchain PDI. Penelitian ini juga mengkaji sejauh mana aspek keamanan ini telah ditangani. Berdasarkan wawasan yang diperoleh dari analisis masalah penelitian, arah penelitian yang menjanjikan untuk keamanan blockchain telah diuraikan. Ditemukan bahwa penelitian ini telah mencerminkan kemajuan konseptual dan teknis yang signifikan di bidang keamanan blockchain, dan diharapkan dengan meletakkan dasar yang kuat untuk membuat keamanan blockchain, semoga hasil penelitian ini bermanfaat dalam bidang rekayasa layanan teknologi blockchain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Yuan, S. Member, and F. Wang, "Blockchain and Cryptocurrencies: Model, Techniques, and Applications," *IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Syst.*, vol. 48, no. 9, pp. 1421–1428, 2018.
- [2] J. L. Zhao, S. Fan, and J. Yan, "Overview of business innovations and research opportunities in blockchain and introduction to the special issue," *Financ. Innov.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2016.
- [3] N. I. Putri, R. Komalasari, and Z. Munawar, "Pentingnya Keamanan Data dalam Intelijen Bisnis," *J-SIKA/ J. Sist. Inf. Karya Anak Bangsa*, vol. 2, no. 2, pp. 41–48, 2020.
- [4] Z. Munawar and N. Indah Putri, "Keamanan Jaringan Komputer Pada Era Big Data," *J-SIKA/Jurnal Sist. Inf. Karya Anak Bangsa*, vol. 2, no. 1, pp. 14–20, Jul. 2020.
- [5] Z. Munawar *et al.*, "Aplikasi Pendeteksi dan Pelacakan Kendaraan Menggunakan Jaringan Neural Propagasi Balik," *Infotech*, vol. 8, no. 2, pp. 135–140, 2022.
- [6] Z. Rubiyanto, R. Komalasari, Z. Munawar, and N. I. Putri, "Sistem Monitoring Project Berbasis Web di PT. Hariff Daya Tunggal Engineering," *Pros. SISFOTEK*, vol. 6, no. 1, pp. 21–27, 2022.
- [7] Z. Munawar and N. I. Putri, "Keamanan IoT Dengan Deep Learning dan Teknologi Big Data," *Temat. - J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 7, no. 2, pp. 161–185, Dec. 2020.
- [8] Z. Munawar, "Machine Learning Approach for Analysis of Social Media," *ADRI Int. Journal. Information. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–8, 2017.
- [9] N. I. Putri, Z. Munawar, and R. Komalasari, "Minat Penggunaan QRIS Sebagai Alat Pembayaran Pasca Pandemi," *Pros. SISFOTEK*, vol. 6, no. 1, pp. 155–160, 2022.
- [10] Z. Munawar and D. Z. Musadad, "Penggunaan TIK untuk Bidang Pendidikan," in *Munuju Masyarakat Madani*, 2015, pp. 555–563.
- [11] Z. Munawar, "Mekanisme keselamatan, keamanan dan keberlanjutan untuk sistem siber fisik," *J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 7, no. 1, pp. 58–87, 2020.

- [12] N. Ramsari and Z. Munawar, "Pengambilan Keputusan Dengan Teknik Soft Computing," *J. Ilm. Teknol. Inf. Terap.*, vol. 2, no. 3, pp. 244–253, 2016.
- [13] D. Khairunnisa, A. D. Rachmanto, Z. Munawar, and M. Haitan, "Aplikasi Virtual Tour Dinamis Pada Universitas Nurtanio Bandung Berbasis Web," in *SNASIKOM*, 2022, no. 1, pp. 42–50.
- [14] M. Crosby, Nachiappan, P. Pattanayak, S. Verma, and V. Kalyanaraman, "Applied Innovation Review," *Appl. Innov. Rev.*, vol. 9, no. 2016, pp. 1–16, 2016.
- [15] I. O. Pappas, P. Mikalef, M. N. Giannakos, J. Krogstie, and G. Lekakos, "Towards digital transformation and sustainable societies," *Inf. Syst. E-bus. Manag.*, vol. 16, no. 3, pp. 479–491, 2018.
- [16] H. N. Higgins, "Corporate system security: towards an integrated management approach," *Inf. Manag. Comput. Secur.*, vol. 7, no. 5, pp. 217–222, 1999.
- [17] M. T. Siponen and H. Oinas-kukkonen, "Information Security Issues and Respective Contributions," vol. 38, no. 1, pp. 60–80, 2007.
- [18] T. T. Huynh, "A Survey on Security and Privacy Issues of Blockchain Technology," in *2019 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE)*, 2019, pp. 362–367.
- [19] Z. Munawar, N. Suryana, Z. B. Sa'aya, and Y. Herdiana, "Framework With An Approach To The User As An Evaluation For The Recommender Systems," in *2020 Fifth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 2020, pp. 1–5.
- [20] Z. Munawar, M. I. Fudsyi, and D. Z. Musadad, "Perancangan Interface Aplikasi Pencatatan Persediaan Barang Di Kios Buku Palasari Bandung Dengan Metode User Centered Design Menggunakan Balsamiq Mockups," *J. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 10–20, 2019.
- [21] Z. Munawar, "Aplikasi Registrasi Seminar Berbasis Web Menggunakan QR Code pada Universitas XYZ," *Temat. J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 6, no. 2, pp. 68–77, 2019.
- [22] Z. Munawar, "Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process Dan Technique For Order Preference By Similarity To Order Solution Dalam Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru Jalur Bidik Misi," *Temat. - J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 4, no. 1, pp. 34–53, Jun. 2017.
- [23] N. I. Putri, Y. Herdiana, and Z. Munawar, "Meningkatkan Rekomendasi Menggunakan Algoritma Perbedaan Topik," *J-SIKA/ J. Sist. Inf. Karya Anak Bangsa*, vol. 02, no. 02, pp. 17–26, 2020.
- [24] I. Rahmawati, Z. Munawar, R. Komalasari, and N. I. Putri, "Sistem Informasi Manajemen Kepegawaian di Universitas Nurtanio," in *Sistem Informasi dan Teknologi - SISFOTEK 6*, 2022, pp. 10–20.
- [25] Z. Munawar, "Keamanan Pada E-Commerce Usaha Kecil dan Menengah," *Tematik*, vol. 5, no. 1, pp. 1–16, 2018.
- [26] J. H. P. Eloff and M. M. Eloff, "Information security architecture," in *Computer Fraud & Security*, 2005, no. November, pp. 10–16.
- [27] J. Rees, S. Bandyopadhyay, and E. H. Spafford, "PFIREs: A policy framework for information security," *Commun. ACM*, vol. 46, no. 7, pp. 101–106, 2003.
- [28] J. Darwin, "Security Reference Architecture," in *AWS RA*, 2010, p. 1.
- [29] Oracle, "Security in Depth Reference Architecture," in *Oracle Enterprise Transformation Solutions Series*, 2013, no. March, pp. 1–27.

- [30] P. Pramesti, A. Dwijayanti, R. Komalasari, and Z. Munawar, "Transformasi Bisnis Digital UMKM Bola Ubi Kopong di Masa Pandemi Covid-19," *ATRABIS J. Adm. Bisnis*, vol. 7, no. 2, pp. 112–119, Dec. 2021.
- [31] G. W. Peters and E. P. Chapelle, "Trends in Cryptocurrencies and Blockchain Technologies: A Monetary Theory and Regulation Perspective," in *Journal of Financial Perspectives*, 2015, pp. 92–113.
- [32] P. Pramesti, A. Dwijayanti, R. Komalasari, Z. Munawar, and B. Harto, "Review Penelitian Bisnis dan Metaverse menggunakan Teknik Bibliometrik," *ATRABIS J. Adm. Bisnis*, vol. 8, no. 1, pp. 1–7, Jun. 2022.
- [33] Z. Munawar, "Penggunaan Profil Media Sosial Untuk Memprediksi Kepribadian," *Temat. - J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 4, no. 2 SE-Articles, pp. 18–37, Dec. 2017.
- [34] Z. Munawar, Rustiyana, Y. Herdiana, and N. I. Putri, "Sistem Rekomendasi Hibrid Menggunakan Algoritma Apriori Mining Asosiasi," *Temat. - J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 8, no. 1, pp. 69–80, Jun. 2021.
- [35] N. I. Putri, Rustiyana, Y. Herdiana, and Z. Munawar, "Sistem Rekomendasi Hibrid Pemilihan Mobil Berdasarkan Profil Pengguna dan Profil Barang," *Temat. - J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 8, no. 1 SE-Articles, pp. 56–68, Jun. 2021.
- [36] N. I. Putri and Z. Munawar, "Mekanisme umum untuk sistem kecerdasan buatan," *Comput. J. Inform.*, vol. 06, pp. 58–75, 2019.
- [37] T. H. Davenport, "Business Intelligence and Organizational Decisions," *Int. J. Bus. Intell. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2010.
- [38] S. Yaji, K. Bangera, and B. Neelima, "Privacy Preserving in Blockchain based on Partial Homomorphic Encryption System for AI Applications," in *2018 IEEE 25th International Conference on High Performance Computing Workshops (HiPCW)*, 2018, pp. 81–85.
- [39] R. L. Rivest, A. Shamir, and L. Adleman, "A Method for Obtaining Digital Signatures and Public- Key Cryptosystems," *Commun. ACM*, vol. 21, no. 2, pp. 120–126, 1978.
- [40] R. Jhonson, D. Molnar, D. Song, and D. Wagner, "Homomorphic signature schemes," in *Topics in Cryptology*, 2002, pp. 1–18.
- [41] Q. Lin, H. Yan, Z. Huang, W. Chen, J. Shen, and Y. Tang, "An ID-based linearly homomorphic signature scheme and its application in blockchain," *IEEE Access*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2018.
- [42] D. Treek, "An integral framework for information systems security management," *Comput. Secur.*, vol. 22, no. 4, pp. 337–360, 2003.
- [43] N. Indah Putri, "Sistem Pakar Diagnosa Tingkat Kecanduan Gadget Pada Remaja Menggunakan Metode Certainty Factor," *UIN J.*, vol. 53, no. 4, p. 130, 2018.
- [44] I. ISO, "Information security management systems," in *ISO/IEC 27000 family*, 2013, p. 1.
- [45] CIS, "CIS Critical Security Controls," in *Center Information Security*, 2017, p. 1.
- [46] M. D, "Security Reference Architecture: A Practical Guide to Implementing Foundational Controls." p. 1, 2017.
- [47] NIST, "Cybersecurity Framework," in *National Institute of Standards & Technology*, 2018, p. 1.
- [48] N. Indah Putri, M. Ismirani Fudsy, D. Karmana, S. Muda Nasution, Z. Munawar, and B. Lesmana, "Peran Akuntan Dengan Kompetensi Teknologi Informasi Pada Umkm Di Era Globalisasi," *J. Ris. Akunt. dan*

- Bisnis*, vol. 8, no. 2, pp. 208–221, 2022.
- [49] N. I. Putri, Iswanto, A. Dwijayanti, R. Komalasari, and Z. Munawar, “Penerapan Model Maturitas Digital Pada Kinerja Startup,” *Temat. J. Teknol. Inf. Komun.*, vol. 9, no. 1, pp. 61–69, 2022.
- [50] J. Tudor, *Information Security Architecture*. Auerbach Publishers, 2000.
- [51] Z. Munawar, “Perkembangan Riset di Bidang Neurocomputing,” *Temat. - J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 2, no. 2, pp. 17–31, Dec. 2015.
- [52] Iswanto, N. I. Putri, D. Widhiantoro, Z. Munawar, and R. Komalasari, “Pemanfaatan Metaverse Di Bidang Pendidikan,” *Temat. J. Teknol. Inf. Komun.*, vol. 9, no. 1, pp. 44–52, Jun. 2022.
- [53] Z. Munawar, “Manfaat Teknologi Informasi di Masa Pandemi Covid-19,” *J-SIKA/Jurnal Sist. Inf. Karya Anak Bangsa*, vol. 3, no. 2, pp. 53–63, Dec. 2021.
- [54] A. Outchakoucht, H. Es-Samaali, and J. Philippe, “Dynamic Access Control Policy based on Blockchain and Machine Learning for the Internet of Things,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 8, no. 7, pp. 417–424, Jan. 2017.
- [55] Z. Munawar, Iswanto, D. Widhiantoro, and N. I. Putri, “Analisis Sentimen Covid-19 Pada Media Sosial Dengan Model Neural Machine Translation,” *Temat. J. Teknol. Inf. Komun.*, vol. 9, no. 1, pp. 15–20, 2022.
- [56] Z. Munawar, B. Siswoyo, and N. S. Herman, “Machine learning approach for analysis of social media,” *ADRI Int. Journal. Information. Technol.*, vol. 1, pp. 5–8, 2017.
- [57] Z. Munawar, “Perbaikan Teknis Sistem Pencatatan Persediaan Barang Berbasis Komputer Bagi Pedagang Buku Pasar Palasari Kota Bandung Menghadapi Era Pasar Kompetitif,” *JAST J. Apl. Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, p. 52, 2020.
- [58] Z. Munawar, “Research developments in the field neurocomputing,” in *Proceedings of 2016 4th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2016*, 2016, no. 59, pp. 1–6.

SISTEM KENDALI PUSHER SEBAGAI PENDORONG BILLET PADA MESIN FURNACE BERBASIS PLC SIEMENS S7-300

Kevin Ronald Sragarta¹, Didik Aribowo²

^{1,2}Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
¹2283210023@untirta.ac.id, ²d_aribowo@untirta.ac.id

ABSTRACT

As the number of development in Indonesia increases, the steel industry is needed to support development and reduce the high import of materials. This makes the profile steel production process increase so that to meet market needs, the production process must be carried out automatically to meet demand. The steel industry is one of the supporting factors in development. PT Krakatau Baja Konstruksi has become a leading steel producer in Indonesia. PT Krakatau Baja Konstruksi has two factories namely; profile steel mill (section mill) and reinforcing steel mill (bar mill). One of the machines used in steel production is the furnace. The research methodology used is descriptive qualitative with data collection by observation and interviews. The purpose of this research is to discuss the control system used in one part of the furnace in the bar mill area, namely the pusher to facilitate machine control and improve production performance. Pusher is a machine used to push raw steel into the furnace for the combustion process. The pusher control system works using PLC and can operate semi-automatically which is controlled using local control on the pusher and remotely in the operator room using HMI (Human Machine Interface) or control desk to facilitate full control of the pusher from two different places. From this research, the use of control systems is expected to be expanded and not limited, both in the metal, automotive and electronic industry sectors that require full two-way control.

Keywords: Steel, HMI, Pusher, Control System, PLC

ABSTRAK

Seiring naiknya angka pembangunan di Indonesia menjadikan industri baja sangat dibutuhkan untuk mendukung pembangunan serta mengurangi tingginya impor bahan. Hal ini membuat proses produksi baja profil menjadi meningkat sehingga untuk memenuhi kebutuhan pasar, proses produksi harus dilakukan secara otomatis guna memenuhi permintaan. Industri baja merupakan salah satu faktor penyokong dalam pembangunan. PT. Krakatau Baja Konstruksi telah menjadi produsen baja terkemuka di Indonesia. PT. Krakatau Baja Konstruksi memiliki dua pabrik yaitu; pabrik baja profil (section mill) dan pabrik baja tulangan (bar mill). Salah satu mesin yang digunakan pada produksi baja adalah furnace. Metodologi penelitian yang digunakan yaitu kualitatif deskriptif dengan pengambilan data dilakukan observasi dan wawancara. Tujuan penelitian ini yaitu membahas tentang sistem kendali yang digunakan pada salah satu bagian furnace pada area bar mill yaitu pusher untuk memudahkan pengendalian mesin dan meningkatkan kinerja produksi. Pusher merupakan mesin yang digunakan untuk mendorong baja mentah ke dalam furnace untuk dilakukan proses pembakaran. Sistem kendali pusher bekerja menggunakan PLC serta dapat beroperasi secara semi otomatis yang dikontrol menggunakan local control pada pusher dan secara remote pada ruang operator menggunakan HMI (Human Machine Interface) maupun control desk untuk memudahkan pengendalian pusher secara penuh dari dua tempat yang berbeda. Dari penelitian ini penggunaan sistem kendali diharapkan dapat diperluas dan tidak terbatas, baik pada sektor industri logam, otomotif maupun elektronik yang memerlukan pengendalian dua arah secara penuh.

Kata kunci: Baja, HMI, Pusher, Sistem Kendali, PLC

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur memegang peranan penting dalam upaya proses peralihan negara Indonesia menjadi negara maju.

Pembangunan infrastruktur perlu didukung dengan kemajuan industri dari dalam untuk memenuhi kebutuhan dalam pembangunan

sehingga mengurangi tingginya impor bahan, salah satunya adalah produksi baja.

Pencetakan baja merupakan industri yang berperan besar untuk kemajuan pembangunan dan infrastruktur, dikarenakan industri baja mensuplai bahan utama dalam pembuatan besi berupa *billet* yang dapat dicetak dalam berbagai macam bentuk baja yang diolah hingga banyak jenis maupun bentuk yang dibutuhkan dalam pembangunan. Besi dan baja merupakan bahan inti dalam pembangunan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari – hari. PT. Krakatau Baja Konstruksi merupakan anak perusahaan dari PT. Krakatau Steel. Industri yang bergerak dalam pengolahan baja ini dibentuk pada tanggal 24 Juli 1992 dan berganti nama yang semula PT. Krakatau Wajatama menjadi PT. Krakatau Baja Konstruksi pada tahun 2021. PT. Krakatau Baja Konstruksi memproduksi dua produk yaitu, baja profil (*section mill*) dan baja tulangan (*bar mill*). Produk baja yang diolah bermacam-macam, salah satu olahan baja yang diproduksi PT. Krakatau Baja Konstruksi yaitu baja profil tipe H beam, tingginya permintaan produk tipe H beam banyak dipesan karena digunakan sebagai tulangan tiang pada bangunan bertingkat. Hal ini yang menjadikan PT. Krakatau Baja Konstruksi menambah produktivitas untuk mencapai target dari permintaan konsumen tersebut. Untuk menunjang kegiatan produksi sistem kendali otomatis diperlukan untuk memudahkan dalam pengendalian dari suatu alat agar dapat bekerja secara optimal.

Pada kondisi di lapangan sistem kendali *furnace* bekerja dengan cara membakar *billet* dengan bahan bakar gas alam untuk dilakukan pencetakan. *Furnace* adalah peralatan yang digunakan untuk memanaskan *billet* untuk memudahkan pembentukan [1]. Fungsi dari *furnace* adalah untuk menghasilkan energi panas dan mencapai pembakaran tungku guna melunakkan suatu material [2]. Biasanya *furnace* sebagai alat pemanas material logam menggunakan minyak bumi, gas atau batu bara sebagai bahan bakar utamanya karena bahan bakar tersebut murah dan sumber daya yang melimpah [3]. Pada *furnace* terdapat sebuah mesin tambahan pada bagian belakang yaitu *pusher* untuk memasukkan batang *billet* ke dalam *furnace*, *pusher* memiliki sistem kendalinya sendiri. Sistem merupakan gabungan komponen yang tersusun secara fisik yang terikat dan terhubung hingga sedemikian rupa membentuk satu kesatuan [4]. Sedangkan sistem kendali adalah komponen yang terdiri dari beberapa bagian yang terhubung satu sama lainnya dan mempengaruhi suatu proses secara terstruktur antara satu dengan lainnya [5]. Sistem kendali merupakan kendali yang saling terhubung dimana sebuah masukan dapat digunakan sebagai pemicu untuk keluaran dengan nilai yang berbeda [6].

Sistem pengendalian semi otomatis merupakan suatu keadaan dimana manusia tidak memegang kendali penuh atas aksi yang dilakukan pada suatu kendali. Fungsi manusia telah digantikan untuk kendali tertentu oleh

kontroler yang dirancang untuk dapat otomatis sesuai instruksi kerjanya, kontroler dapat menggantikan peran yang biasa dilakukan oleh manusia [7]. Dalam perkembangan industri modern banyak pemanfaatan kendali sebuah sistem kontrol otomatis, terutama pada industri yang berfokus pada manufaktur dan memiliki kepadatan jam produksi yang tinggi.

Teori suatu kendali canggih didasarkan pada penyelidikan domain waktu interval pada persamaan sistem diferensial. Perkembangan sistem kendali terkini membuat rancangan sistem kendali jauh lebih mudah karena didasarkan pada sebuah model sebenarnya sistem otomatisasi. Akan tetapi, stabilitas kendali sistem tertentu lebih sensitif terhadap variabel error antara sistem yang ada di lapangan dengan sistem yang didesain [8]. Pengendalian dapat dilakukan secara *remote* untuk memudahkan kendali maupun letak *pusher* berada. Sistem *remote control* yang digunakan pengaturan peralatan elektronik biasanya berupa tombol tekan yang berfungsi sebagai input pengendali dari jarak tertentu [9].

Mesin *Pusher* dapat dikendalikan dari jarak jauh karena memiliki *user interface* berupa HMI sebagai kendali *remote*. HMI yaitu *software interface* berupa GUI berbasis komputer yang menjadi perantara untuk operator dapat mengendalikan mesin [10]. *Human Machine Interface* (HMI) merupakan basis antar muka yang digunakan operator

untuk membantu memberikan perubahan dan melakukan kendali pada instrumen dilapangan secara digital menggunakan perangkat lunak [11]. Perangkat lunak adalah kumpulan dari beberapa data elektrik yang dapat dijalankan oleh perangkat komputer yang melibatkan perintah [12]. Perangkat lunak HMI memungkinkan untuk memberikan visualisasi *pusher* terhadap input maupun output yang bekerja baik itu input data sensor, proses, dan status dari alat yang sedang beroperasi.

Dalam sistem kendali dibutuhkan input untuk sistem otomatisasi, sensor yang digunakan pada *pusher* adalah proximity bertipe induktif. Sensor jarak induktif merupakan salah satu jenis sensor jarak yang dapat mengidentifikasi suatu objek di depannya berdasarkan bahan material logam yang dideteksi [13]. Sensor ini dapat mendeteksi berbagai jenis logam, seperti tembaga, baja, aluminium, dan sebagainya [14]. Dasar kendali pada *pusher* menggunakan program PLC sebagai kontrol otomatisasi. PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah kontroler yang didasarkan logika yang dapat diprogram menggunakan bahasa *ladder* [15]. Cara kerja PLC adalah dengan memberikan *trigger* input (melalui sensor), kemudian PLC akan memproses dan melakukan tindakan berdasarkan perintah yang diberikan pada program, output dari proses dapat berupa perintah untuk menghidupkan atau mematikan [16]. Kontroler yang digunakan pada *pusher* adalah PLC SIEMENS tipe S7-300 dan Modul

SCADA *Interface* dengan menggunakan SIMATIC WinCC [17]. *Pusher* merupakan salah satu bagian mesin dari *furnace* yang digunakan untuk mendorong *billet* dari *roll table* masuk ke dalam *furnace* menggunakan tenaga hidrolik, *pusher* terdiri dari hidrolik, *motor pump* dan sensor *proximity* yang dibekali oleh PLC.

Pada kondisi di lapangan apabila pengendalian *pusher* dilakukan dengan satu arah memiliki kekurangan salah satunya adalah operator harus berhubungan langsung dengan *pusher*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kendali yang digunakan pada salah satu bagian mesin *furnace* pada area *bar mill* yaitu *pusher*, pengendalian mesin *pusher* dapat dilakukan dari dua *arah* untuk memudahkan pengoperasian mesin secara penuh sehingga aktivitas produksi meningkat dan target dapat tercapai.

METODE

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pengambilan data observasi dan wawancara. Penelitian pada PT. Krakatau Baja Konstruksi dilaksanakan pada bagian perawatan listrik instrumentasi. Pada pelaksanaan praktik industri, pengamatan dilakukan dengan cara ikut menganalisis dalam setiap kegiatan perawatan dan pemeliharaan pada mesin *pusher* yang digunakan *furnace*, pengamatan didampingi langsung oleh pembimbing

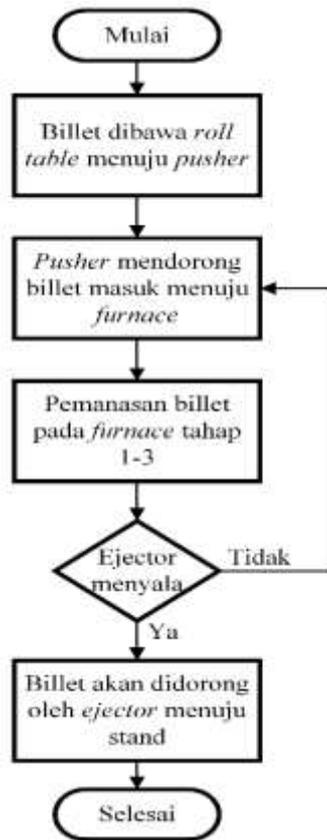
industri dan rekan divisi perawatan. Selain itu, dilakukan studi pustaka terhadap jurnal maupun sumber lain sebagai referensi terkait pembahasan yang digunakan sebagai data penguat dari artikel yang akan dibahas.

Observasi

Observasi merupakan proses pengumpulan data atau informasi atau melalui kegiatan pengamatan dan dokumentasi suatu fenomena yang diinginkan secara langsung. Tujuan observasi dilakukan untuk mengetahui perilaku atau suatu proses dari objek yang ingin diteliti, memungkinkan memiliki gambaran yang jelas secara nyata. Pengamatan dilakukan secara langsung pada proses produksi baja profil pada mesin *pusher* PT. Krakatau Baja Konstruksi. Hingga diperoleh data aktual yang dikumpulkan untuk mengonfirmasi keaslian detail proses kendali pendorongan baja mentah menggunakan *pusher* ke dalam *furnace*.

Wawancara

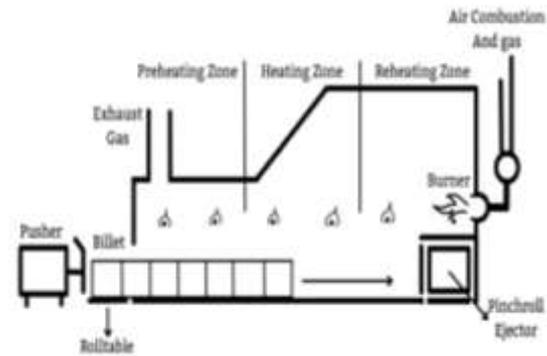
Wawancara adalah proses yang dilakukan bersamaan arah yang terpilih antara penanya yang memberikan pertanyaan dan narasumber yang memberikan jawaban. Pada kondisi di lapangan proses wawancara dilakukan pada bagian operator, mekanik, dan teknisi di PT. Krakatau Baja Konstruksi untuk mendapatkan informasi dan menambah data. Hasil wawancara diketahui bahwa alur kerja *pusher* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Diagram Alir Sistem Kerja Pusher

Proses operasi *Pusher* pada *furnace* diawali dengan penerimaan *billet* pada *pusher* yang telah dibawa menggunakan *roll table*, hingga batangan baja mentah tersebut sampai di depan pintu *furnace* dan *pusher* akan bekerja mendorong *billet* masuk satu persatu. Selanjutnya *billet* akan dilakukan pembakaran secara bertahap, tahapan pemanasan yang pertama (*preheating*) *billet* dipanaskan pada *furnace* sampai titik 500 °C, pemanasan yang kedua (*heating*) dengan suhu mencapai 700-900 °C, dan pemanasan yang ketiga (*reheating*) dengan suhu antara 900-1300 °C hingga *billet* dikeluarkan menggunakan mesin

ejector dari dalam *furnace*. Skema pemanasan *billet* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Skema Pemanasan Billet Pada Furnace

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pusher

Sistem pendorong *billet* atau *pusher* terdiri dari beberapa komponen utama seperti *Programmable Logic Control* (PLC), sensor proximity dan antarmuka operator untuk memudahkan pengoperasian mesin. Sistem pada *pusher* telah dirancang agar dapat beroperasi secara otomatis maupun manual, mode pengoperasian manual dapat dijalankan dengan syarat bahwa selector pada *local control pusher* dalam keadaan aktif, sehingga kendali dapat dilakukan melalui *local control*. Sedangkan pengoperasian otomatis akan aktif dengan syarat selector kendali *pusher* dalam mode *remote*. Sistem kendali otomatis pada pengendalian *pusher* hanya dapat dilakukan dalam mode *remote*. Kendali *pusher* secara otomatis memanfaatkan komponen sensor proximity sebagai masukan yang nantinya di proses oleh PLC. *Pusher* dapat dilihat pada Gambar 3.



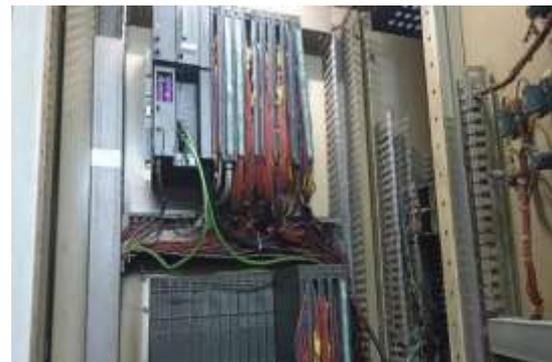
Gambar 3: Pusher

Pada pengoperasian di lapangan *pusher* bekerja dengan cara mendorong *billet* yang masuk satu per satu menggunakan tenaga hidrolik. *Pusher* dapat mendorong *billet* hingga 80 batang secara bertumpuk. Karena proses pemanasan dilakukan secara kontinyu di dalam *furnace*, maka untuk mencegah terjadinya *billet* yang macet akibat usaha *pusher* yang mendorong ke dalam *furnace* dan *ejector* yang mendorong keluar dibuat berupa sistem *interlock* antara mesin yang digunakan untuk memasukkan *billet* yaitu *pusher* dan mesin yang digunakan untuk mengeluarkan atau mendorong *billet* keluar dari *furnace* yaitu *ejector*.

PLC On Pusher

PLC Siemens S7-300 dapat diprogram menggunakan Simatic S7, yang merupakan software milik Siemens. Simatic S7 dapat digunakan untuk memprogram, mengontrol maupun menghubungkan dengan *Human Machine Interface* (HMI). Komponen-

komponen sistem PLC S7-300 pada *pusher* disusun dari berbagai komponen modular, komponen berupa modul *power supply*, *central processing unit* (CPU), sinyal modul (SM), *function modul* (FM), *processor communications* (CP). Pemrograman yang dilakukan pada PLC Siemens S7-300 dengan simatic S7 dapat dilakukan dengan tiga bahasa pemrograman yaitu, *Function Block Diagram* (FBD), *Ladder Diagram* (LAD) dan *Statement List* (STL). Berikut adalah kontrol panel PLC Siemens S7-300 dapat dilihat pada gambar 4.



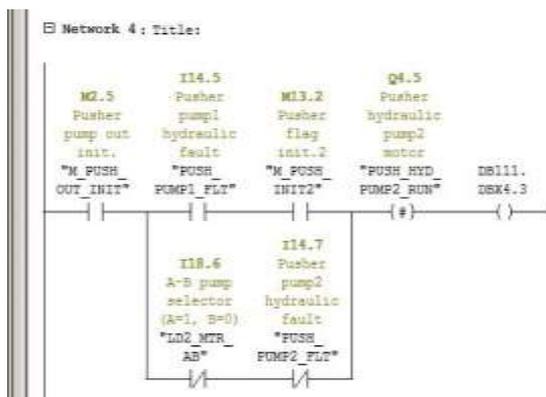
Gambar 4: Kontrol Panel PLC Siemens S7-300

Sensor proximity yang digunakan pada *pusher* berfungsi sebagai bentuk masukan dalam sistem otomatisasi kendali *pusher* sehingga *pusher* dapat bekerja secara otomatis, *pusher* memiliki dua buah sensor proximity bertipe induktif yang akan aktif apabila mendeteksi objek berbahan metal didepannya dengan jarak 5 cm. Sensor proximity pada *pusher* dapat dilihat pada gambar 5.



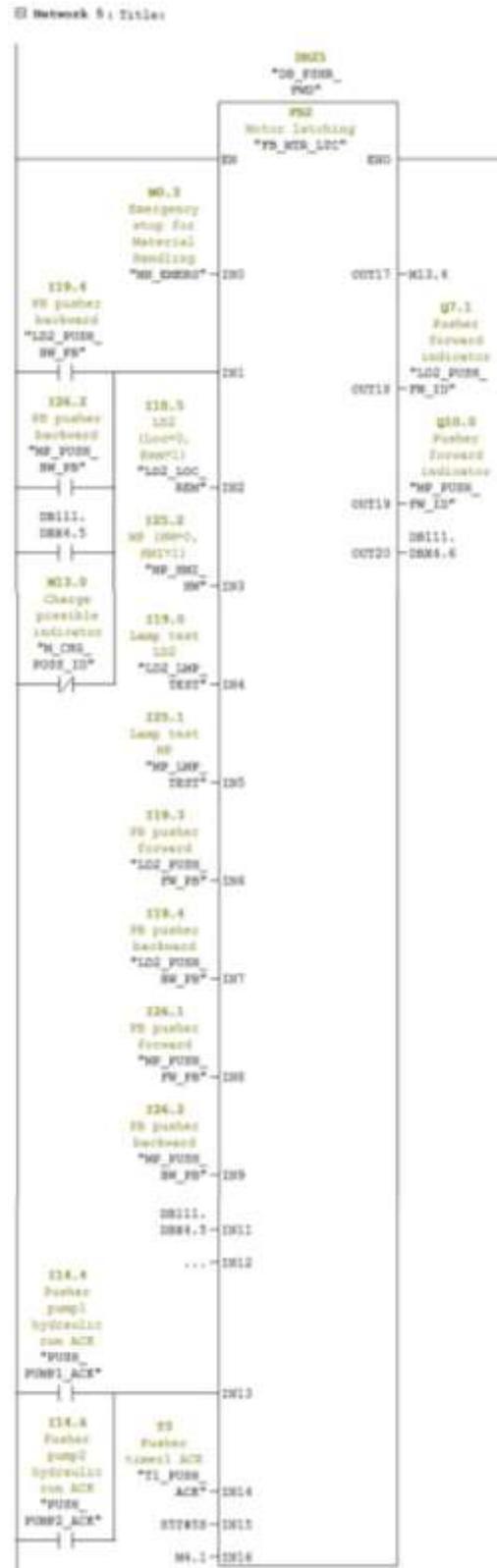
Gambar 5: Sensor Proximity Pada Pusher

Kendali program yang digunakan berupa tombol pada ruang kontrol digunakan sebagai masukan dari jarak jauh untuk dapat mengoperasikan *hydraulic pump* dari lokasi yang berbeda. Berikut adalah program untuk *Control pump* dapat dilihat pada Gambar 6.



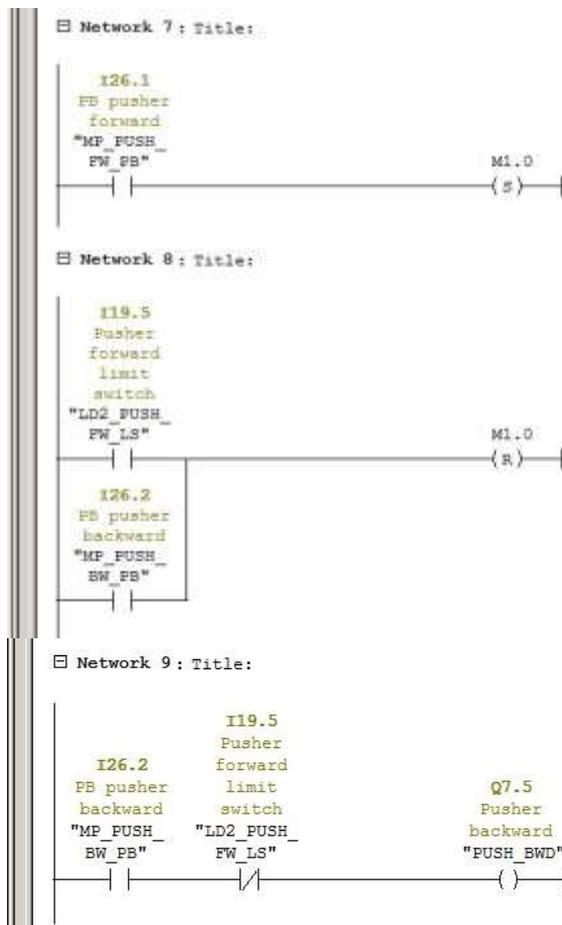
Gambar 6: Network 4 Control Pump

Pada Gambar 7. Merupakan *network* program untuk *pusher forward-backward*, terdapat indikator pada setiap masukan yang diberikan pada *push button* untuk mengetahui bahwa perintah sedang bekerja untuk memastikan bahwa setiap perintah bekerja sesuai instruksi yang diberikan oleh program maupun operator mesin.



Gambar 7: Network 5 Forward-Backward

Program untuk menjalankan sistem otomatis menggunakan sensor proximity yang berfungsi sebagai masukan *pusher* untuk *forward-backward*, ketika *push button forward* ditekan maka tidak perlu menekan tombol *backward* karena *pusher* akan kembali pada posisi awal. Berikut program untuk sistem otomatisasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8: Network 7-9 Sistem Otomatis Pusher

Control Pusher

Pusher memiliki dua kendali yaitu *remote* dan *local*. Kendali tersebut dapat di tukar berdasarkan kebutuhan untuk mengoperasikan *pusher* dari ruang kontrol

maupun dari *pusher secara* langsung. Perlu diingat *pusher* memiliki hubungan *interlock* dengan *ejector* untuk mengantisipasi penumpukan dan tertabraknya *billet* di dalam *furnace* sehingga apabila *ejector* sedang aktif untuk mendorong *billet* keluar maka *pusher* tidak dapat beroperasi.

Local control pusher terdiri dari tombol *forward*, *backward*, *control mode*, *motor mode*, *hydraulic on/off*, *emergency stop* dan indikator. Jika tombol *forward* di tekan hidrolik akan maju dan ketika mengenai sensor yang pertama hidrolik akan kembali mundur hingga mengenai sensor yang kedua maka hidrolik akan berhenti. Kendali manual diperlukan apabila tombol *backward* ditekan sebelum hidrolik mengenai sensor maka hidrolik akan mundur. *Local control pusher* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Local Control Pusher

Control Remote Pusher dikendalikan dari HMI/control desk yang digunakan untuk mengontrol *pusher* menggunakan WinCC. Pada tampilan HMI terdapat indikator dalam setiap fungsi kontrol untuk mengetahui perintah *forward-backward*, *local mode*, dan *start-stop hydraulic pump* beserta indikator,

fungsi dari mode ini adalah untuk status yang digunakan pilihan pengendali mesin secara manual atau diruang operator dengan *control desk* maupun HMI. Fungsi tombol *start* dan tombol *stop* adalah untuk menghidupkan dan mematikan pompa hidrolik, tombol *forward* dan *reverse* untuk menjalankan perintah hidrolik untuk maju dan mundur. Pengendalian *pusher* dari HMI memiliki keunggulan karena dapat melihat status dari mesin yang bekerja, pilihan penggunaan dari salah satu *motor pump* yang akan digunakan dan *hydraulic pump* yang bekerja. Tampilan HMI kontrol *pusher* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10: Tampilan HMI Pusher

Selain menggunakan HMI, pengendalian dari ruang operator dapat dilakukan dengan *control desk*, *control desk* berfungsi apabila pada monitor HMI terdapat kerusakan atau perbaikan maka *pusher* masih dapat dikendalikan dari ruang operator dengan menggunakan tombol yang tersedia pada *control desk*. *Control desk pusher* dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11: Control Desk Pusher

SIMPULAN

Pusher dapat dikendalikan menggunakan mode *remote* maupun *local*, mode dipilih berdasarkan *selector* yang terdapat pada kendali *local*. Dalam sistem kendali *pusher* bagian pengendali *remote* adalah bagian yang memegang kendali alat dengan jarak yang jauh tanpa harus berhubungan langsung dengan mesin yang dikendalikan melalui *control desk/HMI* yang terdapat pada mimbar kontrol, sedangkan pengendali *local* merupakan kendali yang dipegang oleh operator pada *pusher*, bagian dimana operator memberikan akses kendali langsung di tempat *pusher* bekerja. Sistem kontrol yang digunakan pada *pusher* adalah sistem kontrol semi *close loop* yaitu dapat dikendalikan secara otomatis maupun manual, *pusher* pada *furnace area bar mill* memiliki *interlock* dengan *ejector* untuk mencegah penumpukan dan tertabraknya *pinchroll ejector* dengan *billet* yang keluar. Dengan pengendalian *pusher* secara dua arah akan memudahkan proses produksi sehingga target permintaan pasar secara perlahan dapat terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rizal, Y. Samantha, And A. Rachmat, "Pembuatan Tungku Pemanas (Muffle Furnace) Kapasitas 1200 Celcius," *J-Ensitemc*, Vol. 2, No. 02, Pp. 13–16, 2016, Doi: 10.31949/J-Ensitemc.V2i02.301.
- [2] Muhammad Agil Haikal, Dandy Tulus Herlambang, Machrus Ali, And Muhlasin, "Desain Optimasi Pid Controller Pada Heating Furnace Temperature Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (Pso)," *Alinier J. Artif. Intell. Appl.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 77–82, 2021, Doi: 10.36040/Alinier.V2i2.5162.
- [3] I. A. Pudin¹, A. Akbar², And Y. S. Pramesti³, "Sistem Otomasi Mikrocontroler Untuk Furnace Dengan Kapasitas 7000 Watt," *Sist. Otomasi Mikrocontroler Untuk Furn. Dengan Kapasitas 7000 Watt*, Pp. 1–6, 2020.
- [4] M. Nurdiansyah, E. C. Sinurat, M. Bakri, I. Ahmad, And A. B. Prasetyo, "Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Dan Sist. Komput.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 40–45, 2020, Doi: 10.33365/Jtikom.V1i2.14.
- [5] N. Huda And F. Khamami, "Modifikasi Sistem Kendali Sepeda Listrik," *J. Cahaya Bagaskara*, Vol. 1, No. 1, Pp. 30–35, 2017.
- [6] F. A. Lestari *Et Al.*, "Sistem Pengendali Mesin Solar Cells Automatic Tabber Stringer Pada Penyolderan String Di Pt . Indonesia Solar Global," Vol. 1, No. 5, Pp. 543–552, 2022, Doi: 10.55123/Insologi.V1i5.856.
- [7] B. C. Tjiptady, R. Z. Rahman, And R. F. Meditama, *Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler*. In 01. Jejak Pustaka. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=Kxeyeaqaqbj>
- [8] A. Ma'arif, *Dasar Sistem Kendali Pemodelan, Pengendalian, Analisis, Simulasi, Dan Implementasi*. Uad Press, 2021. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=Lh1zeaaaqbaj>
- [9] S. Samsugi, Ardiansyah, And D. Kastutara, "Internet Of Things (Iot): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Dan Modul Wifi Esp8266," *Pros. Semin. Nas. Retii*, Pp. 295–303, 2018.
- [10] R. K. K. Winahyu, A. Triwiyatno, And B. Setiyono, "Desain Hmi (Human Machine Interface) Omron Nb7w-Tw00b Pada Plant Filtrasi Menggunakan Modul Ultrafiltrasi," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, Vol. 4, No. 3, Pp. 863–870, 2016, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/10493>
- [11] F. A. K. Yudha And B. Riyanta, "Perancangan Dan Simulasi Trainer Human Machine Interface (Hmi) Untuk Media Pembelajaran Berbasis Cx Designer Plc," *Jmpm (Jurnal Mater. Dan Proses Manufaktur)*, Vol. 4, No. 2, Pp. 136–145, 2020, Doi: 10.18196/Jmpm.V4i2.10607.
- [12] G. A. Pramono, "Sistem Kendali Upper Cylinder Berbasis Programmable Logic Control Pada Area Section Mill Di Pt . Krakatau Baja Kontruksi," Vol. 2, No. 2, 2023.
- [13] L. Sianturi, I. A. Sitompul, F. Sihombing, J. Simanjuntak, And S. Hutauruk, "Disain Dan Implementasi Sistem Penyortir Botol Minuman Otomatis Menggunakan Sensor Berbasis Arduino Uno," *J. Visi Eksakta*, Vol. 3, No. 1, Pp. 21–34, 2022, Doi: 10.51622/Eksakta.V3i1.439.
- [14] I. Yolia Dewi Widayanti, J. Maulindar, And Nurchim, "Perancangan Sistem Sampah Organik Dan Anorganik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Proximity," *Infotech J.*, Vol. 9, No. 1, Pp. 207–214,

- 2023, Doi:
10.31949/Infotech.V9i1.5345.
- [15] A. Yudamson, A. Trisanto, And F. X. A. Setyawan, "Rancang Bangun Model Lift Cerdas 3 Lantai Dengan Menggunakan Plc Omron Zen 20c1ar-A-V2," *Electrician*, Vol. 7, No. 3, Pp. 116–124, 2013.
- [16] A. Pradiftha Junfithrana, I. Himawan Kusumah, Anang Suryana, Edwinanto, M. Artiyasa, And A. De Wibowo, "Identifikasi Gas Terlarut Minyak Transformator Dengan Menggunakan Logika Fuzzy Menggunakan Metode Tdcg Untuk Menentukan Kondisi Transformator 150 Kv," *Fidel. J. Tek. Elektro*, Vol. 1, No. 1, Pp. 11–15, 2019, Doi: 10.52005/Fidelity.V1i1.122.
- [17] J. Prof And H. Air, "Rancangan Sistem Mounting Device Berbasis Plc Menggunakan Hmi," Vol. 1, No. 2, Pp. 49–54, 2020.

PENGUJIAN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS IOT

Fajar Eka Subagja¹, Adimas Prasetyo Supriyadi², Ananda Rizky Kurniadi³, Yuliarman Saragih⁴

^{1,2,3,4} Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang

¹ 2110631160009@student.unsika.ac.id

² 2110631160028@student.unsika.ac.id

³ 2110631160031@student.unsika.ac.id

ABSTRACT

Technology development in this era is increasingly sophisticated from day to day. Many people want their work to be more efficient and faster, and nowadays people are very dependent on technology. Many people create technology to make it easier to complete a job. Watering plants is an important activity to keep plants fresh and healthy. This is because all living things need water to survive, including plants. IoT-based automatic watering is a system designed to facilitate plant watering activities. The purpose of this study is to know performance a web-based automatic plant watering system that utilizes internet connectivity for control and monitoring. This tool uses the Nodemcu ESP8266 component as a microcontroller, the input used is a soil moisture sensor that functions as a soil moisture value detector, for actuators using a relay that functions as a 5V DC pump switch, and the output uses an OLED as a display of the percentage of soil moisture value, For the integration of data sending to the WEB, Firebase is used. Based on the results of this study, the designed automatic plant watering system can work well. The system can automatically water when the soil moisture is below 50%, but the response of sending sensor data to the WEB still has a delay of up to 133 seconds.

Keywords: Nodemcu, OLED, firebase, WEB.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pada era ini dari hari kehari semakin canggih, banyak manusia yang menginginkan pekerjaannya lebih efisien dan cepat selesai, manusia saat ini sangat bergantung terhadap teknologi, dari hal itu banyak manusia yang menciptakan teknologi untuk memudahkan dalam menyelesaikan sebuah pekerjaan. Aktivitas penyiraman tanaman merupakan hal yang penting untuk menjaga tanaman tetap segar dan sehat. Hal ini dikarenakan semua makhluk hidup membutuhkan air untuk bertahan hidup, termasuk tanaman. Penyiraman otomatis berbasis IoT merupakan sistem yang dirancang untuk memudahkan aktivitas penyiraman tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis WEB yang memanfaatkan koneksi internet untuk kontrol dan monitoring. Alat ini menggunakan komponen Nodemcu ESP8266 sebagai mikrokontroler, inputan yang dipakai adalah sensor kelembaban tanah yang berfungsi sebagai pendeteksi nilai kelembaban tanah, untuk aktuator menggunakan relay yang berfungsi sebagai saklar pompa DC 5v, dan outputnya menggunakan OLED sebagai penampil nilai persen kelembaban tanah, lalu untuk integrasi pengiriman data ke WEB menggunakan firebase. Berdasarkan hasil penelitian ini, sistem penyiraman tanaman otomatis yang dirancang dapat bekerja dengan baik. Sistem ini dapat melakukan penyiraman secara otomatis ketika kelembaban tanah di bawah 50%, tetapi respon pengiriman data sensor ke WEB masih terdapat delay yaitu dengan delay tertinggi 133 detik.

Kata Kunci: Nodemcu, OLED, firebase, WEB.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada era ini dari hari kehari semakin canggih, banyak manusia yang menginginkan pekerjaannya lebih efisien dan cepat selesai, manusia saat ini

sangat bergantung terhadap teknologi, dari hal itu banyak manusia yang menciptakan teknologi untuk memudahkan dalam menyelesaikan sebuah pekerjaan.

Indonesia memiliki sebagian besar masyarakat di pedesaan berprofesi sebagai petani dikarenakan di pedesaan masih memiliki lahan yang luas untuk bertani, dan Indonesia memiliki iklim yang cocok untuk bertani. Dalam bertani tumbuhan harus diberi penyiraman secara rutin agar dapat tumbuh dan subur [1]. Penyiraman tanah dilakukan berdasarkan tingkat kelembaban pada tanah. Jika tanah terlalu kering maka tumbuhan akan mati, dan jika tanaman terlalu lembab tanaman akan rusak atau mengalami pembusukan.

Internet of Things adalah teknologi yang dapat terhubung dan bertukar informasi dengan perangkat lain dengan terhubung ke internet. Dalam pertanian IoT dapat dimanfaatkan untuk membantu petani dalam menyiram tanaman lebih cepat dan otomatis tanpa tenaga manusia yang melakukannya [2]. Petani dapat menggunakan teknologi Iot untuk membantu memudahkan dalam memonitoring penyiraman tanaman dari jarak jauh [3].

Penyiraman tanaman otomatis ini dapat memonitoring kelembaban tanah dan menyiram tanah sesuai dengan kelembaban tanah [4]. Untuk mendapatkan hasil teknologi yang bagus maka komponen harus rutin dilakukan pengecekan apakah masih bagus atau tidak.

Permasalahan yang sering dialami petani dalam bertani kurangnya pengawasan tanah yang kering karena luasnya lahan [5]. Untuk mengatasi permasalahan penyiraman maka

diciptakan alat penyiraman otomatis berbasis iot dengan menggunakan sensor kelembaban tanah. Pada pengujian ini digunakan sensor soil moisture sensor untuk mendeteksi kelembaban tanah yang terhubung dengan mikrokontroler [6]. Mikrokontroler merupakan suatu sistem komputer on-chip yang dapat digunakan [7]. Pengujian ini menggunakan mikrokontroler Nodemcu ESP8266. Dalam mempermudah pengawasan pengujian ini terhubung dengan IoT menggunakan firebase [8]. Sensor suhu dihubungkan dengan mikrokontroler lalu data akan diterima oleh firebase dan akan ditampilkan pada website [9]. IoT merupakan teknologi yang menggunakan koneksi internet sebagai sumber untuk terhubung dengan perangkat secara otomatis [10]. Pembuatan prototipe ini menggunakan referensi penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nabil Azzaky, Anang Widiatoro [11] dalam penelitiannya yang berjudul "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Internet Of Things(IOT)". Perbedaan prototipe ini dengan penelitian terdahulu terletak pada mikrokontroler, penelitian terdahulu menggunakan arduino sedangkan prototipe yang kami buat menggunakan Nodemcu ESP8266 sehingga tidak perlu menggunakan modul internet tambahan.

Penelitian ini memberikan kontribusi pada bidang pengembangan alat penyiram tanaman otomatis dengan memperkenalkan penggunaan Nodemcu ESP8266 sebagai

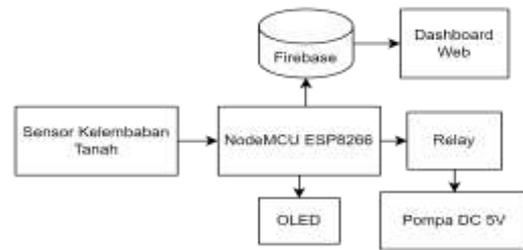
alternatif mikrokontroler yang efisien dan praktis. Penggunaan Nodemcu ESP8266 mengurangi kompleksitas konfigurasi dan penggunaan perangkat keras tambahan, sehingga memudahkan implementasi alat ini dalam lingkungan IoT. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi peneliti dan praktisi yang tertarik dalam pengembangan alat penyiram tanaman otomatis dengan menggunakan platform Nodemcu ESP8266 dan teknologi IoT.

METODE

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah prototipe, yang dimulai dari mengidentifikasi kebutuhan sistem, merancang alat, dan mengimplementasikan fungsionalitas dari prototipe yang telah dibuat.

Sumber data penelitian diperoleh dengan melakukan observasi pada kinerja sistem alat yang terpasang pada wadah pot tanaman hias. Observasi dilakukan pada tanggal 18 Oktober 2023, yang berlokasi di kontrakan kecamatan Pinayungan, Karawang. Data yang diambil yaitu pengecekan kondisi komponen, pengujian sistem alat, respon sistem terhadap perubahan kelembaban tanah, dan kondisi kelembaban tanah saat setelah menggunakan alat.

Perancangan sistem alat bekerja seperti diagram blok pada gambar 1.



Gambar 1: Diagram Blok Sistem

Alat ini menggunakan komponen Nodemcu ESP8266 sebagai mikrokontroler, inputan yang dipakai adalah sensor kelembaban tanah yang berfungsi sebagai pendeteksi nilai kelembaban tanah, untuk aktuator menggunakan relay yang berfungsi sebagai saklar pompa DC 5v, dan outputnya menggunakan OLED sebagai penampil nilai persen kelembaban tanah. Alat ini juga sudah terintegrasi IoT, yang dimana firebase digunakan sebagai *real-time database* agar mikrokontroler dapat mengirimkan data ke dashboard web secara langsung.

Cara kerja alat yaitu menjaga tanah agar tetap lembab, sehingga tanaman tidak akan kekurangan kebutuhan air. Alat ini akan menyiramkan air secara otomatis selama 7 detik ketika nilai tanah kurang dari 50%. Nilai persen tanah didapat dari persamaan berikut :

$$Nilai\ persen = 100 - \frac{nilai\ sensor}{1023} \times 100..(1)$$

Pada persamaan diatas, nilai sensor merupakan nilai ADC yang dihasilkan sensor kelembaban tanah, dan angka 1023 merupakan range nilai maksimal ADC pada NodeMCU ESP8266 [12] .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan tampilan alat yang sedang diobservasi untuk mengetahui kinerjanya. Tampilan alat dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2: Tampilan Alat

Pada gambar 2 terlihat alat yang sudah diaplikasikan pada tanaman, dan juga disediakan penampungan yang sudah terisi air agar alat tidak kekurangan pasokan air untuk menyiram tanaman.

Pada sistem alat ini juga memiliki tampilan Web untuk memonitoring perubahan nilai kelembaban tanah. Tampilan Web monitoring dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3: Tampilan Web Monitoring

Pada gambar 3 terlihat tampilan Web monitoring, pada web ini terdapat nilai persentase kelembaban tanah, informasi kondisi tanah, grafik perubahan nilai, dan *timestamp* waktu yang tercatat setiap 1 jam.

Pada pengujian pengecekan kondisi komponen, alat sudah dalam kondisi terhubung ke sumber daya listrik. Untuk mengetahui kondisi komponen yaitu dengan melihat indikator yang terdapat pada setiap komponen. Untuk melihat kondisi Nodemcu ESP8266, sensor kelembaban tanah, dan relay, yaitu dengan melihat indikator led yang menyala pada komponennya. Untuk melihat kondisi OLED yaitu dengan melihat layar yang menyala dan menampilkan angka persen nilai kelembaban tanah. Untuk pompa DC yaitu terindikasi pompa yang bergetar. Untuk hasil pengecekan kondisi hardware ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Kondisi Komponen

Komponen	Kondisi
NodeMCU ESP8266	Baik
Sensor Tanah	Baik
Relay	Baik
Pompa Air DC	Baik
OLED	Baik

Hasil dari Tabel 1 menunjukkan bahwa kondisi semua komponen dalam keadaan baik tanpa adanya kerusakan.

Selanjutnya yaitu melakukan pengujian sistem alat yang sedang diimplementasikan, sistem bekerja seperti pada gambar 1. Untuk melihat sistem bekerja dengan baik yaitu dengan cara mengamati sistem secara langsung. Hal ini mencakup pengecekan apakah alat terkoneksi ke internet, apakah nilai persentase kelembaban tanah tampil di layar OLED dan Web, apakah data terkirim ke Firebase, dan

apakah nilai persentase tanah di Web sinkron dengan yang ada di layar OLED. Selain itu, sistem juga diuji untuk melakukan penyiraman secara otomatis saat kelembaban tanah di bawah 50%. Untuk hasil pengujian sistem ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2: Pengujian Sistem

Sistem	Dapat Berjalan
Terkoneksi Internet	Ya
Nilai Tampil di OLED	Ya
Data Terkirim ke Firebase	Ya
Nilai Tampil di Web	Ya
Grafik Perubahan Nilai Muncul di Web	Ya
Nilai OLED dengan Web Sinkron	Ya
Dapat Menyiram Otomatis	Ya

Hasil dari Tabel 2 menunjukkan bahwa kondisi semua kerja sistem berjalan dengan baik sesuai dengan rancangan.

Selanjutnya yaitu melakukan pengujian respon sistem terhadap perubahan kelembaban tanah, serta melihat kondisi nilai kelembaban tanah setelah menggunakan alat. Pada pengujian ini dilakukan dengan cara mengimplementasikan alat selama 10 jam, yang dimulai dari jam 07.00 sampai 17.00, lalu memonitoring perubahan nilai dengan melihat grafik pada Web. Pada monitoring Web akan mencatat perubahan nilai setiap 1 jam, setiap waktu perubahan yang tercatat akan terlihat pada fitur *timestamp* di Web. Dengan adanya fitur *timestamp*, kami dapat mengamati apakah terjadi delay dalam setiap pengiriman data ke Web.

Tabel 3: Respon Sistem

Jam	Nilai	Kondisi Tanah	Delay
07.00	52%	Lembab	2 Detik
08.00	52%	Lembab	2 Detik
09.00	51%	Lembab	3 Detik
10.00	50%	Lembab	2 Detik
11.00	49%	Kering	133 Detik
12.00	72%	Lembab	6 Detik
13.00	70%	Lembab	2 Detik
14.00	69%	Lembab	2 Detik
15.00	68%	Lembab	31 Detik
16.00	68%	Lembab	3 Detik
17.00	68%	Lembab	2 Detik

Hasil dari Tabel 3 menunjukkan, pada jam 07.00 sampai jam 10.00 kondisi tanah dalam kondisi lembab, tetapi pada jam 11.00 kondisi tanah dalam keadaan kering, karena diakibatkan penurunan persentase nilai kelembaban tanah pada setiap jam. Pada jam 12.00 terjadi peningkatan persentase nilai kelembaban tanah yang cukup tinggi, hal ini disebabkan aktifnya penyiraman secara otomatis, sehingga kondisi tanah menjadi lembab kembali. Pada jam 13.00 sampai 17.00 kondisi tanah masih dalam keadaan lembab, tetapi terjadi penurunan persentase nilai kelembaban tanah kembali. Pada pengiriman data nilai kelembaban tanah ke Web terjadi delay, hal ini bisa dilihat dari perbedaan waktu yang tercatat pada fitur *timestamp* setiap jamnya. Delay yang tercatat bervariasi, mulai dari yang paling singkat yaitu 2 detik dan yang terlama 133 detik. Terjadinya delay dalam pengiriman data sensor ke Web diduga disebabkan oleh tidak stabilnya jaringan

internet yang terhubung, namun bisa saja terjadi disebabkan oleh faktor lain.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dapat memudahkan monitoring dan kontrol penyiraman tanaman hias secara otomatis atau manual. Pada sistem yang dirancang, pengguna dapat memonitor kelembaban tanah melalui sensor yang mengirimkan data ke sebuah website. Website tersebut memberikan informasi mengenai hasil pembacaan sensor, seperti persentase dan kondisi kelembaban tanah, serta memonitor perubahan nilai kelembaban setiap 1 jam. Sistem ini menggunakan komponen Nodemcu ESP8266 sebagai mikrokontroler, dengan sensor kelembaban tanah sebagai input dan relay sebagai aktuator untuk mengontrol pompa penyiraman. Nilai persen kelembaban tanah ditampilkan menggunakan OLED. Meskipun sistem ini dapat bekerja dengan baik dalam melakukan penyiraman otomatis ketika kelembaban tanah di bawah 50%, terdapat delay dalam pengiriman data sensor ke website, dengan delay tertinggi mencapai 133 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Y. Ridwan *Et Al.*, “Pengaplikasian Sistem Oit Pada Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Nano.” [Online]. Available: www.jurnalteknik@unisla.ac.id/index.php/Elektronika
- [2] P. R. Adinda And T. Komputer, “Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Nodemcu Esp8266.”
- [3] Nabil Azzaky And Anang Widianoro, “Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Internet Of Things (Iot),” *J-Eltrik*, Vol. 2, No. 2, P. 48, Nov. 2021, Doi: 10.30649/J-Eltrik.V2i2.48.
- [4] N. Effendi, W. Ramadhani, And F. Farida, “Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Iot,” *Jurnal Coscitech (Computer Science And Information Technology)*, Vol. 3, No. 2, Pp. 91–98, Aug. 2022, Doi: 10.37859/Coscitech.V3i2.3923.
- [5] Z.- And A. Fadlil, “Desain Sistem Monitoring Dan Penyiraman Tanaman Tomat Berbasis Internet Of Things (Iot),” *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, Vol. 4, No. 2, Pp. 94–104, Dec. 2022, Doi: 10.12928/Biste.V4i2.5884.
- [6] N. Effendi, W. Ramadhani, And F. Farida, “Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Iot,” *Jurnal Coscitech (Computer Science And Information Technology)*, Vol. 3, No. 2, Pp. 91–98, Aug. 2022, Doi: 10.37859/Coscitech.V3i2.3923.
- [7] U. A. Pringsewu, M. W. Syamsudin, U. Latifa, And L. Nurpulaela, “Aisyah Journal Of Informatics And Electrical Engineering Perancangan Kontrol Aktuator Berbasis Nodemcu Esp32 Pada Smart Agriculture”, [Online]. Available: [Http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/Ajtee](http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/Ajtee)
- [8] E. Ardiyan And R. Pradana, “3 Rd Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (Senafiti) 30 Agustus 2023-Jakarta,” 2023.
- [9] A. Fakhrezi, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Unsur Hara, Kelembaban, Ph Tanah Dan Suhu Udara Berbasis Iot

- Menggunakanmikrokontroler Esp32 Iot Based Monitoring System Of Nutrient, Soil Moisture, Soil Ph And Air Temprature Using Esp32 Microcontroller,” 2023.
- [10] P. Ariyanto, A. Iskandar, And U. Darussalam, “Rancang Bangun Internet Of Things (Iot) Pengaturan Kelembaban Tanah Untuk Tanaman Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*), Vol. 5, No. 2, P. 2021, 2021, Doi: 10.35870/Jti.
- [11] Nabil Azzaky And Anang Widianoro, “Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Internet Of Things (Iot),” *J-Eltrik*, Vol. 2, No. 2, P. 48, Nov. 2021, Doi: 10.30649/J-Eltrik.V2i2.48.
- [12] S. Ramadhan, M. Iwan Wahyuddin, And R. Nuraini, “Detektor Kondisi Tingkat Kelembaban Tanah Pada Tanaman Hias Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot,” *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*), Vol. 6, No. 2, P. 2022, 2022, Doi: 10.35870/Jti.

EVALUASI KESIAPAN IMPLEMENTASI E-LEARNING UPN VETERAN JAWA TIMUR : METODE E-LEARNING READINESS

Nabila Athifah Zahra¹, Eristya Maya Safitri²
Fadiyah Dhara Al Arsyah³, Aidah Maryam Barmin⁴,
Ardina Sagita Ramadhani⁵

^{1,2,3,4,5} Sistem Informasi, Ilmu Komputer, UPN Veteran Jawa Timur
¹21082010053@student.upnjatim.ac.id

ABSTRACT

Electronic Learning or E-learning is one of the main electronic infrastructures in higher education. Electronic Learning has uses as a learning medium for students and lecturers. With this research aims to analyze the implementation of e-business infrastructure at UPN Veteran East Java E-Learning with the aim of measuring the extent to which the benefits of implementing e-business infrastructure. The research method used in this study was to use a quantitative method by distributing questionnaires to the 30 respondents who were UPN Veterans East Java students. From the results of the questionnaire in the form of a Likert scale which will be calculated using the E-learning Readiness method. Based on the results of the analysis, a score of 3.69 was obtained. The lowest score is on the technology factor which is equal to 3.39 and the highest score is on the innovation factor which is equal to 4.02. This score interprets that E-learning is ready to use but still requires changes. By knowing the E-Learning Readiness score, it can be used as a consideration for improving E-Learning infrastructure.

Keywords: E-Business Infrastructure, E-Learning Readiness, UPN Veteran Jawa Timur E-Learning

ABSTRAK

Electronic Learning atau E-learning merupakan salah satu infrastruktur elektronik utama di perguruan tinggi. Electronic Learning ini memiliki kegunaan sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa dan dosen. Dengan ini penelitian bertujuan untuk menganalisis implementasi infrastruktur e-bisnis pada E-Learning UPN Veteran Jawa Timur dengan tujuan mengukur sejauh mana kebermanfaatan dari penerapan infrastruktur e-bisnis. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode kuantitatif dengan penyebaran kuesioner yang disebar ke-30 responden yang merupakan mahasiswa UPN Veteran Jatim. Dari hasil kuesioner tersebut berupa skala likert yang akan dihitung menggunakan metode E-learning Readiness. Berdasarkan hasil analisis tersebut diperoleh skor sebesar 3.69. Skor terendah berada pada faktor technology yaitu sebesar 3.39 dan skor tertinggi berada pada factor innovation yaitu sebesar 4.02. Skor tersebut menginterpretasikan bahwa E-learning sudah siap digunakan tetapi masih memerlukan perubahan. Dengan mengetahui skor E-Learning Readiness, maka dapat digunakan sebagai pertimbangan perbaikan infrastruktur E-Learning.

Kata Kunci: Infrastruktur E-Business, E-Learning Readiness, E-Learning UPN Jatim

PENDAHULUAN

E-learning adalah metode dengan pembelajaran jarak jauh menggunakan teknologi informasi dan komunikasi sebagai sarana untuk menyalurkan materi kepada mahasiswa [1]. UPN Veteran Jawa Timur

memiliki *platform e-learning* yang dibuat untuk mempermudah dosen dalam mengkoordinir materi dan tugas yang akan diberikan kepada mahasiswa. Selain itu, *e-learning* juga dapat memudahkan mahasiswa saat pembelajaran, seperti dalam hal mengumpulkan tugas. Mahasiswa tidak perlu

mencetak tugas dan mengumpulkan kepada dosen, mahasiswa cukup mengirimkan file tugasnya ke platform *e-learning*, Sehingga dapat lebih efektif dan efisien. Fitur - fitur yang telah diciptakan pada platform *e-learning* ini juga memiliki tujuan untuk memudahkan proses pembelajaran dosen dan mahasiswa. Oleh karena itu, infrastruktur *e-bisnis* merupakan komponen penting dari sistem *e-learning*. Infrastruktur *e-bisnis* yang baik akan dapat memberikan sistem *e-learning* yang baik pula. Infrastruktur *e-bisnis* meliputi berbagai faktor yang memungkinkan sebuah sistem *e-learning* berjalan dengan lancar, seperti ketersediaan perangkat keras dan lunak yang diperlukan untuk menyelenggarakan *e-learning* yang memadai, jaringan yang lancar, keamanan data, serta sistem manajemen *e-learning* yang efektif [2].

Dengan ketersediaan perangkat keras dan lunak yang memadai dapat mendukung proses pembelajaran pada *e-learning* berjalan dengan baik dan lancar. Tanpa adanya perangkat lunak dan perangkat keras yang memadai dapat menyebabkan mahasiswa dan dosen tidak nyaman dalam melakukan pembelajaran dan merasa terganggu. Jaringan internet yang lancar juga merupakan bagian penting dari infrastruktur *e-bisnis*, karena dengan internet yang lancar dapat mengakses *e-learning* dengan mudah, dimana saja dan kapan saja. Keamanan data juga merupakan faktor penting dari infrastruktur *e-bisnis* karena dengan adanya jaminan keamanan data,

membuat pengguna *e-learning* menjadi merasa aman dan nyaman tanpa takut data pengguna disalahgunakan [3]. Sistem manajemen *e-learning* yang efektif juga dapat meningkatkan semangat dosen dan mahasiswa dalam melakukan pembelajaran, Karena dengan sistem manajemen yang efektif dapat memudahkan proses pembelajaran jadi lebih efektif dan efisien. Namun, pembelajaran menggunakan *e-learning* yang diterapkan saat ini masih memiliki celah yang memungkinkan kegagalan dalam proses pembelajaran. Beberapa kendala yang dialami mahasiswa maupun dosen seperti kendala website *down* saat *traffic* pengunjung tinggi, website terkena hack yang menghambat proses pembelajaran, kesulitan sinyal, serta adanya tindak plagiarisme [4]. Beberapa platform *e-learning* atau LMS tidak kompatibel untuk menggunggah berbagai jenis media pembelajaran seperti dalam format video dengan ukuran file yang besar [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, persepsi penggunaan *e-learning* untuk kegiatan pembelajaran bagi mahasiswa dan dosen perlu untuk dikaji. Dengan mengetahui celah atau kekurangan infrastruktur *e-bisnis* pada *e-learning* UPN Veteran Jawa Timur diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dan perbaikan sistem sehingga dapat menunjang kelancaran dan keefektifan mahasiswa dalam kegiatan pembelajaran menggunakan *e-learning*.

METODE

Acuan Pengukuran Tingkat Kesiapan

E-learning Readiness atau *ELR* adalah pandangan untuk suatu perguruan tinggi supaya dapat melakukan persiapan dan improvisasi terkait sistem pembelajaran yang dibuat mulai dari sisi infrastruktur *technology*, *innovation*, *people*, dan *user perspective* [6]. Berikut penjelasan terkait skala dan kategori yang dituliskan pada Tabel 1.

Tabel 1: Skala dan Kategori *E-Learning Readiness*

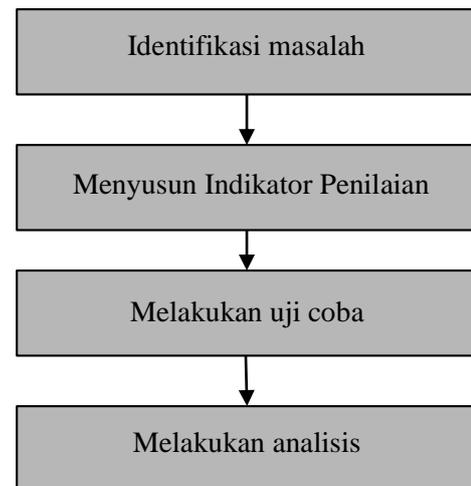
Level	Skor	Kategori
1	1.00 – 2.60	<i>Not ready, needs a lot of work</i>
2	2.61 – 3.40	<i>Not ready, needs some work</i>
3	3.41 – 4.20	<i>Ready, but needs a few improvement</i>
4	4.21 – 5.00	<i>Ready, go ahead</i>

Sumber : Teori Skala dan Kategori ELR[7]

Indeks versi Aydin dan Tascii memiliki tingkat level kesiapan *E-Learning Readiness* dengan terdapat 5 kategori pilihan dari 4 interval, yaitu tidak siap membutuhkan banyak pekerjaan, tidak siap membutuhkan beberapa pekerjaan, sudah siap namun membutuhkan beberapa *improvement*, dan siap digunakan [8]. Faktor *ELR* pada penelitian ini sebagai berikut [9]:

- 1.) *Technology*
- 2.) *Innovation*
- 3.) *People*
- 4.) *User Perspective*

Penelitian ini menerapkan penelitian deskriptif dengan tujuan untuk mendeskripsikan keadaan atau menelusuri fakta yang tepat dengan keadaan sebenarnya serta mengetahui nilai variabel. Perancangan metode dilakukan dengan menentukan faktor dari berbagai teori maupun implementasi terbaik di bidang *E-Learning Readiness*. Lalu, menyusun kuesioner sesuai indikator yang ada dan responden. Pengukuran kelayakan *E-Learning* UPN Jatim dengan diadakan uji coba. Dari hasil tersebut dan dikombinasikan dengan wawancara, lalu menyusun strategi sehingga dapat meningkatkan kesiapan implementasi *E-Learning* pada UPN Jatim.



Gambar 1: Alur atau tahap penelitian

Berikut ini merupakan penjelasan beberapa tahapan yang terdapat pada Gambar 1 dan dilakukan untuk melakukan penelitian :

1. Identifikasi Masalah

Dalam hal ini akan dilakukan identifikasi masalah dalam penelitian, permasalahan yang akan diidentifikasi dalam penelitian ini

mengenai tingkat kesiapan atau kelayakan *E-Learning* UPN Jatim. Identifikasi dilakukan dengan melakukan pendataan dan menyusun rumusan masalah yang akan digunakan untuk penyusunan pertanyaan kuesioner. 2. Menyusun Indikator Penilaian

Penyusunan kuesioner atau instrumen pertanyaan sesuai dengan indikator *ELR (E-Learning Readiness)* dan menggunakan nilai dari skala *Likert* [10].

3. Melakukan uji coba

Tahap ini dilakukan dengan melakukan penyebaran kuesioner pada mahasiswa, dosen dan UPT TIK, hal ini dilakukan untuk mengumpulkan data yang berfungsi untuk mengukur kesiapan *E-Learning* UPN Jatim.

4. Melakukan analisis

Data yang dikumpulkan pada tahap sebelumnya dengan cara menyebarkan kuesioner, kemudian akan dianalisis dengan menggunakan metode statistik deskriptif yaitu mencari nilai rata-rata dari jawaban kuesioner. Skor yang telah dihasilkan akan diukur dengan indeks *ELR* versi Aydin dan Tasci, kemudian akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Berikut Persamaan 1 yang digunakan mencari skor rata-rata :

$$X = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

x = rata-rata akhir

$\sum x$ = jumlah skor total

n = jumlah responden

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penyusunan Indikator Penilaian

Penyusunan indikator penilaian menggunakan metode pengukuran *E-learning Readiness* [7]. Beberapa faktor yang akan diukur antara lain seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2: Faktor-Faktor *E-learning Readiness*

No	Faktor <i>ELR</i>	Level Kesiapan <i>ELR</i>			
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
1	Tingkat kesiapan dari sisi <i>technology</i>	Tidak sejalan	Belum sejalan	cukup	Sangat memadai
2	Tingkat kesiapan dari sisi <i>innovation</i>	Tidak mendukung	Belum cukup	cukup	Sangat memadai
3	Tingkat kesiapan dari sisi <i>people</i>	Tidak mendukung	Belum cukup	cukup	Sangat sesuai
4	Tingkat kesiapan dari sisi <i>user perspective</i>	Tidak tersedia	Belum cukup	cukup	Sangat sesuai

Analisis kelayakan perlu dilakukan dengan cara mempertimbangkan sarana dan prasarana. Dalam pelaksanaan uji kelayakan prasarana perlu dilakukan beberapa pertimbangan seperti jumlah mahasiswa dengan kondisi kelas, sedangkan untuk uji kelayakan sarana, perlu dilakukan pengujian keadaan jaringan, *hardware*, dan *software* sebagai penyokong perkuliahan *E-Learning* [11].

2. Menyusun instrumen pertanyaan

Pertanyaan pada kuesioner berdasarkan penelitian *E-Learning Readiness* terdahulu

yang sudah mengembangkan variabel pertanyaan. Beberapa item pertanyaan memiliki indikator sebagaimana yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3: Faktor dan Indikator *E-Learning Readiness*

Faktor	Indikator
Technology	Infrastruktur
	Akses Internet
Innovation	Kemampuan Mengimplementasikan Inovasi
	Terbuka dengan Inovasi
People	Kemampuan Menggunakan Teknologi
User Perspective	Kelayakan E-Learning

3. Jajak Pendapat Kelayakan *E-Learning*

Jajak Pendapat uji coba kelayakan *e-learning* dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada beberapa objek seperti mahasiswa, dosen, dan pihak pengelola *e-learning* atau UPT TIK. Objek ini dipilih karena merupakan pihak yang terlibat dalam berjalannya proses bisnis platform *e-learning*. Dari hasil kuesioner tersebut dilakukan perhitungan rata-rata (*mean*) untuk mendapatkan skor indikator dan skor keseluruhan.

4. Hasil uji

Berikut ini tabel hasil jajak pendapat dan uji coba kelayakan *e-learning* UPN Veteran Jawa Timur sebagai media pembelajaran. Skor hasil merupakan perhitungan dari setiap variabel

pertanyaan yang diolah dengan menggunakan Persamaan 2 dan 3 berikut.

$$\text{Total Skor} = T \times P_n \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

T = Total Jumlah Responden

P_n = Pilihan Angka Skor *Likert*

$$\text{Indeks \%} = \frac{\text{Total Skor}}{Y \times 100} \dots\dots\dots (3)$$

(Y) dihitung menggunakan rumus

$$Y = \text{Skor Tertinggi Likert} \times \text{Jumlah Responden}$$

Setelah menghitung berdasarkan persamaan 2 dan 3 didapatkan skor setiap variabel dan skor kumulatif setiap faktor. Setelah itu skor dari semua faktor akan dilakukan perhitungan rata-rata untuk menghasilkan skor akhir [12]. Berikut hasil uji *ELR* dari faktor *techonolgy* yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4: Hasil Uji *ELR* Faktor *Technology*

Item	Pertanyaan	Skor
Q1	Saya memiliki device yang memadai untuk mengakses e-learning	4.76
Q2	Saya memiliki akses internet yang memadai kapanpun dan dimanapun	4.03
Q3	Saya memiliki kemampuan untuk menggunakan e-learning	4.53
Q4	Saya memiliki pengalaman menyenangkan menggunakan e-learning	3.66

Item	Pertanyaan	Skor
Q5	Saya puas dengan kecanggihan teknologi yang digunakan pada e-learning	3.26
Rata-rata		3.39

Pada hasil tersebut dapat diketahui bahwa faktor *technology* sudah tergolong layak atau siap namun masih membutuhkan beberapa perbaikan, hal ini menandakan bahwa *e-learning* UPN Jatim dapat diadopsi menjadi alat atau media pembelajaran di area UPN Jatim. Dalam faktor *technology* terdapat indikator yang memiliki skor terendah dan berada di level 3 yakni kepuasan dengan kecanggihan teknologi yang digunakan pada *e-learning*. Sebagai evaluasi bisa ditambahkan fitur baru yang lebih interaktif namun harus sesuai dengan manfaat yaitu sebagai media pembelajaran. Selanjutnya terdapat hasil uji *ELR* faktor *innovation* yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5: Hasil Uji ELR Faktor Innovation

Item	Pertanyaan	Skor
Q6	Saya akan mendukung apabila <i>e-learning</i> diperbarui dengan inovasi baru	4.80
Q7	Saya akan mudah beradaptasi dengan sistem baru <i>e-learning</i>	4.23
Q8	Saya berpandangan bahwa dengan adanya perubahan sistem pada <i>e-learning</i> akan didukung oleh mahasiswa, dosen, dan unit terkait	4.33
Q9	Saya merasa tidak akan ada	2.70

Item	Pertanyaan	Skor
	dampak eksternal apabila <i>e-learning</i> diperbarui	
Rata-rata		4.02

Pada hasil tersebut dapat diketahui bahwa faktor *innovation* sudah tergolong layak atau siap namun masih membutuhkan beberapa perbaikan, hal ini menandakan bahwa *e-learning* UPN Jatim dapat diadopsi menjadi alat atau media pembelajaran di area UPN Jatim. Pada indikator dampak eksternal, memiliki skor terendah dan berada di level 3. Hal ini bisa dicegah dengan melakukan perbaikan secara berkala. Pada faktor selanjutnya yaitu adalah *people* yang hasil uji coba *ELR* nya terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6: Hasil Uji ELR Faktor People

Item	Pertanyaan	Skor
Q10	Saya merasa <i>e-learning</i> memiliki tampilan yang bagus	3.13
Q11	Saya merasa nyaman belajar menggunakan media <i>e-learning</i>	3.50
Q12	Saya merasa mudah menggunakan <i>e-learning</i>	4.83
Q13	Kebutuhan belajar saya terpenuhi ketika menggunakan <i>e-learning</i>	4.46
Rata-rata		3.98

Pada hasil tersebut dapat diketahui bahwa faktor *people* sudah tergolong layak namun memerlukan beberapa perbaikan. Di indikator tampilan *E-Learning* perlu dilakukan

perbaikan tampilan menjadi lebih menarik. Jumlah skor kumulatif pada faktor *people* menunjukkan skor 3.98 atau berada di level 4. Hal ini menandakan bahwa dari segi *people* sudah siap menggunakan *e-learning*, namun masih diperlukan beberapa perbaikan. Faktor selanjutnya adalah *user perspective* yang hasil uji coba *ELR* nya disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7: Hasil Uji ELR Faktor User Perspective

Item	Pertanyaan	Skor
Q14	Saya merasa <i>e-learning</i> sudah layak digunakan sebagai media pembelajaran	3.40
Q15	Saya merasa <i>e-learning</i> berjalan efektif dan efisien sebagai <i>platform</i> belajar	3.40
Rata-rata		3.40

Pada hasil tersebut dapat diketahui bahwa faktor *user perspective* sudah berada di tingkat kesiapan yang diharapkan dan layak namun sangat perlu untuk di kembangkan, hal ini menandakan bahwa *e-learning* UPN Jatim dapat diadopsi menjadi alat atau media pembelajaran di area UPN Jatim. Faktor *user perspective* berada di skor 3.40 yang menunjukkan bahwa sesuai dengan harapan level kesiapan.

Dengan menghitung skor di setiap faktor tadi didapatkan rata-rata keseluruhan yang dituliskan pada Tabel 8.

Tabel 8: Skor Kumulatif Seluruh Faktor

Faktor-faktor	Skor
<i>Technology</i>	3.39
<i>Innovation</i>	4.02
<i>People</i>	3.98
<i>User Perspective</i>	3.40
Rata-rata	3.69

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari keempat faktor tersebut didapatkan skor sebesar 3.69. Skor ini menginterpretasikan bahwa *e-learning* siap dan layak untuk diimplementasikan, namun masih membutuhkan beberapa perbaikan.

5. Analisis

Setelah dilakukan uji coba dengan melakukan *survey*, langkah selanjutnya adalah analisis mengenai hasil uji coba. Berikut merupakan hasil analisis kelayakan infrastruktur *e-business* terhadap *e-learning* UPN “Veteran” Jawa Timur.

- a. Keterkaitan karakteristik dengan tingkat kepuasan pengguna *e-learning*
- b. Perbandingan tingkat kepuasan pengguna dari ketiga objek yang berbeda (mahasiswa, dosen, dan UPT TIK)
- c. Perbandingan tingkat kepuasan berdasarkan indikator

Berdasarkan hasil kuesioner tersebut faktor *technology* memiliki nilai rata-rata terendah dibandingkan dengan faktor lainnya. Hal ini bisa disebabkan karena penggunaan internet

dan *device* pengguna cukup memadai untuk menggunakan *e-learning*, namun di beberapa keadaan internet kurang mendukung. Sedangkan skor tertinggi terdapat pada faktor *innovation*. Artinya pengguna selalu terbuka dan menerima inovasi baru yang akan diterapkan pada *e-learning* UPN Jatim.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba kelayakan *e-learning* UPN Jatim dengan menghitung hasil data yang didapatkan dari penyebaran kuesioner menyatakan bahwa *e-learning* UPN Jatim memiliki nilai sebesar 3.69, hal ini berarti bahwa *e-learning* tersebut sudah berada di dalam status atau golongan yang layak untuk diadopsi sebagai alat atau media pembelajaran namun masih perlu dikembangkan. *E-learning* UPN Jatim memiliki nilai 3.39 pada faktor *technology*, 4.02 pada faktor *innovation*, 3.98 pada faktor *people*, dan 3.40 pada faktor *user perspective*. Dari hasil yang didapatkan disarankan agar *e-learning* UPN Jatim diperbaiki, terutama pada bagian *technology*, karena pada faktor tersebut *e-learning* UPN Jatim memiliki nilai kumulatif paling rendah. Untuk meningkatkan *technology*, pengembang sistem perlu menyederhanakan proses interaksi, menambahkan fitur yang menarik, menggunakan *icon* atau simbol yang mudah dipahami, menggunakan warna dasar yang selaras dan cantik. Selain itu diharapkan adanya penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembang penelitian selanjutnya dengan menggunakan metode yang berbeda dan

peningkatan jumlah responden agar lingkup penelitian lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. R. I. Khusnul And A. Suharyadi, "Strategi Dosen Dalam Manajemen E-Learning Guna Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Di Perguruan Tinggi," *Kelola J. Manaj. Pendidik.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 34–48, 2021, Doi: 10.24246/J.Jk.2021.V8.I1.P34-48.
- [2] M. R. Damanik,) ; Musdiansyah Putra,) Uin, And S. Utara, "Security Planning Identification Model In E-Business Model Identifikasi Perencanaan Keamanan Pada E-Business," *Januari*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–4, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jambd/article/view/1873%0ahttps://jurnal.unived.ac.id/index.php/jambd/article/download/1873/1339>
- [3] O. Thoyib And H. Wijaya, "E-Commerce : Perkembangan , Peraturan," *E-Commerce Perkembangan, Tren, Dan Peratur. Perundang-Undangan*, Vol. 16, No. 1, Pp. 41–47, 2023.
- [4] R. Muhammad *Et Al.*, "Hambatan-Hambatan Pada Pelaksanaan Pembelajaran Daring Di Sma Riyadhul Jannah Jalancagak Subang," *J. Pendidik. Dan Ilmu Sos.*, Vol. 2, No. 3, Pp. 393–404, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- [5] B. S. P. Covid-, "Implementasi E-Learning Dalam Pembelajaran Bahasa Inggris Di Pendidikan Tinggi Pariwisata Di Bali Selama Pandemi Covid-19," *Journey J. Tour. Culinary, Hosp. Conv. Event Manag.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 63–82, 2020, Doi: 10.46837/Journey.V2i2.48.
- [6] M. A. Marpaung, S. Syahril, A.

- Ambiyar, And A. Ahyanuardi, "Mengukur Kesiapan Implementasi E-Learning Menggunakan Model E-Learning Readiness," *Edukatif J. Ilmu Pendidik.*, Vol. 3, No. 5, Pp. 2247–2257, 2021, [Online]. Available: <https://Edukatif.Org/Index.Php/Edukatif/Article/View/773>
- [7] C. H. Aydin And D. Tasci, "Measuring Readiness For E-Learning: Reflections From An Emerging Country," *Educ. Technol. Soc.*, Vol. 8, No. 4, Pp. 244–257, 2005.
- [8] J. H. Kabenarang, R. H. W. Pardanus, And M. T. Parinsi, "Edutik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Volume 2 Nomor 1, Februari 2022," *Edutik J. Pendidik. Teknol. Inf. Dan Komun.*, Vol. 2, No. April, Pp. 52–64, 2022.
- [9] A. Sulistyohati, "Pengukuran E-Learning Readiness Pada Mahasiswa Sebagai Upaya Penerapan Pembelajaran Jarak Jauh Masa Pandemi Covid-19," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 136–145, 2020, Doi: 10.29408/Edumatic.V4i2.2674.
- [10] F. Ahmad, E. Pudjiarti, And E. P. Sari, "Penerapan Metode Technology Readiness Index Untuk Mengukur Tingkat Kesiapan Anak Sekolah Dasar Melakukan Pembelajaran Berbasis Online Pada Sd Muhammadiyah 09 Plus," *Jtim J. Teknol. Inf. Dan Multimed.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 21–31, 2021, Doi: 10.35746/Jtim.V3i1.126.
- [11] V. Martahayu And Yuanita, "Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa Berbasis Problem Based Learning Berbatuan E-Learning Pada Materi Manajemen Peserta Didik," *J. Cakrawala Pendas*, Vol. 8, No. 1, Pp. 29–39, 2022, [Online]. Available: <https://Doi.Org/10.31949/Jcp.V8i1.1913>
- [12] R. Faslah And H. B. Santoso, "Analisis Kesiapan Implementasi E-Learning Menggunakan E-Learning Readiness Model," *Positif J. Sist. Dan Teknol. Inf.*, Vol. 3, No. 2, P. 113, 2017, Doi: 10.31961/Positif.V3i2.431.

BOOKING FASILITAS RUANGAN MEETING DI PT BETON ELEMEN PERSADA BERBASIS WEB

Randi Muchamad Rachman¹, Dhema Yunautama²

^{1,2}Teknik Informatika, Direktorat Vokasi, Universitas Sangga Buana

¹muchamadrachman@gmail.com, ²dhema.yuna@usbykpk.ac.id

ABSTRACT

In the modern era of technological advancement, the need for efficient workplace solutions is crucial for enhancing productivity. This study presents the development and implementation of a web-based meeting room booking application at PT.Beton Elemen Persada, a company specializing in lightweight brick and mortar production. With the goal of streamlining the reservation process and reducing scheduling errors, the application provides a user-friendly interface for employees to conveniently book and manage meeting rooms. The research methodology includes literature review, observation, and questionnaires to gather relevant data. Through stages of analysis, design, coding, testing, and maintenance, the application utilizes web technologies such as HTML, CSS, JavaScript, PHP, and MySQL as the database. The implemented system offers easy access to information, quick reservation capabilities, and effective data management. While the system demonstrates notable advantages, such as enhanced information accessibility and efficient booking processes, it has limitations in the absence of reminder schedules and awareness regarding potential room damages. In conclusion, the meeting room booking application positively contributes to room management, minimizing miscommunications, and improving the overall efficiency of meeting room reservations within the company.

Keywords: Meeting Room Reservation, Web-Based Application, Space Management Efficiency, PT. Beton Elemen Persada, Corporate Information System

ABSTRAK

Dalam era modernisasi, teknologi menjadi kunci untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas di tempat kerja. Penelitian ini membahas pengembangan dan implementasi aplikasi pemesanan ruang meeting berbasis web di PT.Beton Elemen Persada, perusahaan yang fokus pada produksi bata ringan dan mortar. Dengan tujuan menyederhanakan proses pemesanan dan mengurangi kesalahan jadwal, aplikasi ini menyediakan antarmuka yang mudah digunakan bagi karyawan untuk memesan dan mengelola ruang meeting. Metodologi penelitian melibatkan studi pustaka, observasi, dan kuesioner untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Melalui tahap analisis, desain, pengkodean, pengujian, dan pemeliharaan, aplikasi ini menggunakan teknologi web seperti HTML, CSS, JavaScript, PHP, dan MySQL sebagai basis data. Sistem yang diimplementasikan menawarkan akses mudah ke informasi, kemampuan pemesanan yang cepat, dan manajemen data yang efektif. Meskipun demikian, sistem memiliki keterbatasan dalam pengiriman pengingat jadwal dan kesadaran terkait kerusakan ruang meeting oleh karyawan. Aplikasi pemesanan ruang meeting memberikan kontribusi positif dalam manajemen ruang, mengurangi miskomunikasi, dan meningkatkan efisiensi pemesanan ruang meeting di perusahaan.

Kata Kunci: Pemesanan Ruang Meeting, Aplikasi Berbasis Web, Efisiensi Pengelolaan Ruang, PT. Beton Elemen Persada, Sistem Informasi Perusahaan

PENDAHULUAN

Di abad modernisasi, kemajuan teknologi telah membawa dampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan, mempermudah dan meningkatkan efektivitas aktivitas manusia.

Dalam konteks perusahaan, peran teknologi

tidak hanya sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai sarana untuk menganalisis dan mengevaluasi data guna mencapai tujuan organisasi. Pentingnya konferensi atau pertemuan sebagai bentuk interaksi organisasi

telah diakui sebagai cara efektif untuk mencapai konsensus melalui negosiasi [1].

PT.Beton Elemen Persada, perusahaan produksi bata ringan dan mortar, memiliki fasilitas ruang meeting yang sering digunakan untuk berbagai kegiatan. Meskipun memiliki beberapa ruang *meeting*, frekuensi penggunaannya yang tinggi seringkali menyebabkan miskomunikasi terkait jadwal penggunaan. Oleh karena itu, penelitian ini muncul sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan membangun aplikasi *booking* fasilitas ruang *meeting* berbasis web.

Berdasarkan peninjauan dan dialog dengan PT.Beton Elemen Persada, permasalahan utama yang diidentifikasi adalah bagaimana membangun aplikasi ini dan apakah aplikasi ini dapat mengurangi miskomunikasi terkait penggunaan ruang meeting [2]. Penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi tersebut dengan harapan dapat meminimalisir miskomunikasi dan memberikan informasi yang lebih akurat.

Dalam batasan masalah, penelitian ini akan membahas sistem *booking* ruang *meeting* yang akan diterapkan di PT.Beton Elemen Persada, dengan fokus mengurangi miskomunikasi terkait pemakaian ruang *meeting* dan meningkatkan akurasi informasi. Manfaat yang diharapkan dari pembuatan sistem ini melibatkan penulis yang akan

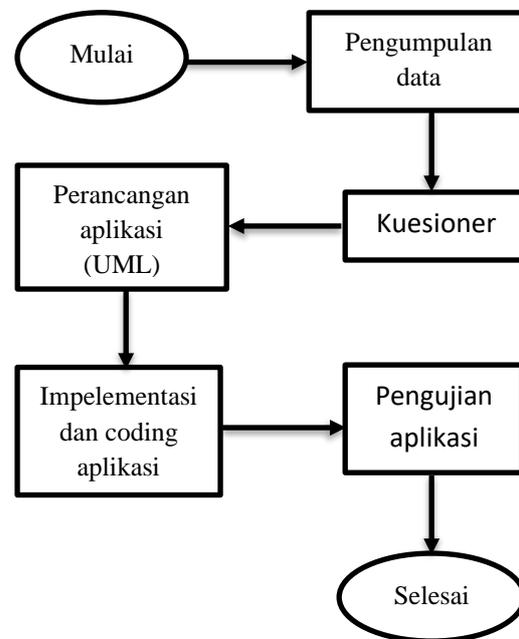
menambah ilmu pengetahuan dan keterampilan dalam pembuatan aplikasi *booking* ruang *meeting*, serta bagi pengguna yang akan memudahkan pengguna dalam memperoleh informasi penggunaan ruangan dan melakukan pemesanan ruang meeting sebelum digunakan. Dalam konteks literatur, penelitian ini merujuk pada beberapa sumber terkait. Penelitian terdahulu terfokus pada pengembangan Kota Pekanbaru sebagai destinasi MICE dengan menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif dan teknik pengambilan sampel *Purposive Sampling*. Penelitian ini mengevaluasi kondisi eksisting faktor-faktor MICE, mengidentifikasi faktor penting pemilihan lokasi MICE melalui analisis Delphi, mengeksplorasi peran stakeholders, dan mengembangkan strategi agar Kota Pekanbaru menjadi Kota MICE dengan analisis IFAS [3]. Penelitian terdahulu ini mengeksplorasi penggunaan framework Bootstrap dalam pengembangan website SMA Negeri 1 Pacet, Kab. Cianjur, Jawa Barat. Dengan menu utama seperti Profil Sekolah, Guru atau Staff, Informasi, Galeri, dan Kontak, website ini dirancang untuk memberikan informasi yang komprehensif tentang sekolah kepada siswa, orang tua, dan masyarakat. MySQL digunakan sebagai basis data untuk memungkinkan pengelolaan yang dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan mutu sekolah dan efisiensi penyampaian informasi Pendidikan [4].

METODE

Dalam merancang dan mengimplementasikan sistem *booking* ruangan, penelitian ini mengadopsi metode penelitian yang terstruktur melibatkan tiga tahapan penting. Pertama-tama, tahap pengumpulan data didasarkan pada studi pustaka yang mendalam, melibatkan penggalian informasi dari berbagai sumber seperti paper, literatur, jurnal, dan artikel ilmiah terkait sistem *booking*. Proses observasi terhadap sistem *booking* serupa juga dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih kontekstual. Kedua, penggunaan kuesioner sebagai alat pengumpulan data memperkaya penelitian dengan pandangan langsung dari pengguna selama pengujian. Kuesioner ini mendukung proses pengujian pengguna dan merangkum persepsi serta pengalaman pengguna terhadap sistem *booking* ruangan yang dikembangkan. Kombinasi teknik pengumpulan data ini membentuk dasar komprehensif untuk mengidentifikasi dan mengatasi tantangan dalam pembangunan sistem.

Metode pembangunan sistem diterapkan melalui serangkaian tahapan, dimulai dengan analisis yang cermat untuk memahami kebutuhan dan persyaratan aplikasi. Langkah selanjutnya adalah tahap desain, di mana konsep sistem diterjemahkan ke dalam bentuk UML untuk memastikan keterbacaan dan keterhubungan antar bagian dalam sistem [5]. Proses selanjutnya adalah *coding*, yang melibatkan implementasi desain ke dalam

bahasa pemrograman, termasuk HTML[6], *JavaScript* [7], CSS [8], PHP [9], dan penggunaan *database* MySQL [10]. Pengujian sistem kemudian dilakukan untuk memastikan keberfungsian yang optimal, memitigasi potensi masalah, dan memastikan responsivitas sistem dalam berbagai skenario penggunaan. Meskipun tahap *maintenance* tidak diterapkan dalam penelitian ini, fokus tetap terjaga hingga tahap implementasi [11]. Dapat dilihat pada Gambar 1 diagram alurnya.

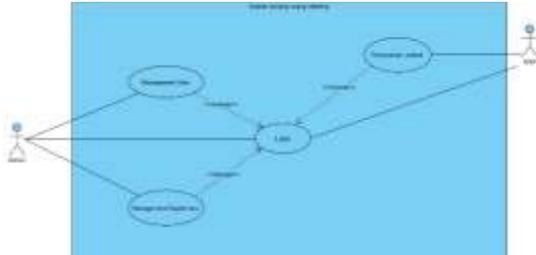


Gambar 1: Diagram Alur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem *booking* ruangan menandai langkah penting dalam perjalanan pengembangan, menghadirkan hasil konkret dari perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Salah satu aspek utama yang ditekankan pada tahap implementasi adalah antarmuka pengguna. Sebagai awal, pengguna diminta untuk melakukan *login* sebelum dapat

mengakses aplikasi. Tampilan awal menu *login* menjadi pintu gerbang untuk pengguna masuk ke dalam sistem.



Gambar 2: Use Case Diagram Aplikasi Booking Fasilitas

Antarmuka ini memberikan kesan pertama kepada pengguna dan memainkan peran kunci dalam menentukan keberhasilan metode yang diterapkan dalam desain antarmuka. Gambaran visual menu *login* dapat dilihat pada Gambar 3 yang disajikan.

Penting untuk dicatat bahwa tampilan awal ini bukan hanya tentang keamanan sistem, tetapi juga tentang kenyamanan dan kejelasan interaksi antara pengguna dan aplikasi. Desain yang efektif pada tahap ini dapat meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan dan memastikan bahwa pengguna dapat dengan mudah berinteraksi dengan sistem. Oleh karena itu, tahap implementasi ini tidak hanya membahas aspek teknis, tetapi juga mengevaluasi elemen desain antarmuka yang dapat memengaruhi penerimaan dan penggunaan sistem secara keseluruhan. Hasil dari implementasi sistem ini mencerminkan sejauh mana desain antarmuka dan metode yang diterapkan memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna.

1. Tampilan awal menu *login*

Ketika pengguna pertama kali mengakses aplikasi sistem pemesanan ruangan, diperlukan proses *login* sebagai langkah awal. Ilustrasi tampilan menu *login* dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3: Tampilan form login

2. Tampilan menu *home*

Setelah berhasil *login* sebagai pengguna, halaman awal atau menu *home* akan terbuka. Pada halaman ini, pengguna dapat dengan mudah melihat ketersediaan jadwal kosong dalam kalender. Selain itu, pengguna memiliki kemampuan untuk melakukan pemesanan ruang pertemuan dengan mengisi formulir pemesanan yang terletak di sisi kanan kalender. Gambaran visual dari menu *home* atau halaman pemesanan ini dapat ditemukan pada Gambar 4



Gambar 4: Tampilan menu *home* atau form booking ruang meeting

3. Tampilan menu *reschedule*

Di dalam menu *reschedule*, terdapat informasi mengenai data *booking* yang telah dibuat oleh pengguna. Pada menu ini, tersedia beberapa fungsi penting, di antaranya adalah fungsi edit yang memungkinkan pengguna mengubah jadwal dan tempat reservasi. Selain itu, terdapat pula fungsi *delete* untuk menghapus data *booking* yang telah dibuat, fungsi print untuk mencetak informasi pemesanan, dan fungsi *export to excel* yang memungkinkan pengunduhan data *booking*, khususnya bagi pengguna yang *login* sebagai administrator. Untuk lebih jelasnya, tampilan dari menu *reschedule* ini dapat dilihat pada gambar yang tersedia pada Gambar 5



Gambar 5: Tampilan menu *reschedule*

4. Tampilan menu *reschedule*

Ketika *login* sebagai administrator, pengguna dapat mengakses menu manajemen pengguna. Di dalam menu ini, terdapat informasi mengenai akun pengguna untuk proses *login*. Fungsionalitas yang dapat dilakukan meliputi fungsi tambah untuk menambahkan akun baru, fungsi edit untuk melakukan perubahan data pengguna, dan fungsi *delete* untuk menghapus data pengguna. Secara keseluruhan, menu manajemen pengguna memberikan administrator kontrol penuh terhadap

pengaturan dan informasi akun pengguna. Untuk melihat lebih rinci, tampilan dari menu manajemen pengguna dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6: Tampilan menu *management user*

5. Tampilan menu *reschedule*

Ketika *login* sebagai administrator, pengguna memiliki akses ke menu manajemen departemen. Di dalam menu ini, terdapat informasi mengenai data departemen, yang mencakup fungsi tambah untuk menambahkan departemen baru, fungsi edit untuk melakukan perubahan data departemen, dan fungsi *delete* untuk menghapus data departemen. Fungsionalitas ini memberikan administrator kontrol penuh terhadap pengaturan dan informasi departemen, memungkinkan pengelolaan data departemen dengan lebih efektif. Untuk memperoleh gambaran lebih jelas, tampilan dari menu manajemen departemen dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7: Tampilan menu *management department*

Kuesioner

Proses kuesioner dilakukan melalui sesi wawancara langsung dengan pengguna setelah mereka menggunakan aplikasi *booking* ruang *meeting*. Terdapat enam pertanyaan yang dirancang untuk mengevaluasi pengalaman pengguna dengan aplikasi ini, dan pengguna diwajibkan memberikan jawaban terhadap setiap pertanyaan. Daftar pertanyaan kuesioner dapat ditemukan dalam Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1: Pertanyaan Kuesioner

No	Pertanyaan
1.	Apakah tampilan dalam aplikasi ini sangat menarik?
2.	Apakah aplikasi ini membantu dalam pemakaian ruang <i>meeting</i> ?
3.	Apakah fitur yang tersedia bermanfaat bagi pengguna ?
4.	Apakah penggunaan menu dalam aplikasi ini sangat fleksibel ?
5.	Apakah aplikasi ini mudah untuk digunakan ?
6.	Apakah aplikasi ini cocok untuk dikembangkan untuk bagian peminjaman alat-alat kantor?

Berikut ialah aspek-aspek penilaian terdapat pada Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2: Aspek Penilaian Kuesioner

Nilai	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Setuju
4	Sangat Setuju

Kemudian dilakukan perhitungan pengisian kuesioner untuk menentukan hasil dengan menggunakan aspek kepuasan pengguna. Aspek kepuasan pengguna terdapat pada Tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3: Aspek Kepuasan Pengguna

Presentase	Keterangan
81-100%	Sangat Puas
61-80%	Puas
41-60%	Cukup Puas
21-40%	Kurang Puas
1-20%	Tidak Puas

Berikut ialah hasil tampilan kuesioner terdapat pada Tabel 4 :

Tabel 4: Hasil Kuesioner

NO	DEPT	Daftar Penilaian						Total
		1	2	3	4	5	6	
1	FIN	4	4	4	4	4	4	24
2	SCM	4	4	3	3	4	3	21
3	MIS	3	4	3	4	4	4	22
4	MKT	3	4	3	4	4	4	22
5	ACC	4	4	4	4	4	4	24
6	HRD	3	4	3	4	4	4	22
7	PRDB	4	4	4	4	4	3	23
8	PRDM	4	4	3	4	4	3	22
TOTAL								180

Jumlah nilai maksimum : $4 \times 6 = 24$

Jumlah responden : 8

Total kepuasan maksimum : $24 \times 8 = 192$

$$Kepuasan = \frac{total\ nilai}{total\ kepuasan\ maksimal} \times 100\% \dots (1)$$

$$Kepuasan = \frac{180}{192} \times 100\% = 93,75\%$$

Sistem *booking* ruang *meeting* ini memiliki beberapa kelebihan yang signifikan, seperti memberikan akses informasi kepada karyawan tentang penggunaan dan ketersediaan jadwal ruang *meeting*, serta memungkinkan karyawan membuat dan mengubah data pemesanan sesuai kebutuhan

mereka. Selain itu, administrator juga memiliki kontrol penuh terhadap data pemesanan ruang *meeting*, data departemen, dan data pengguna. Meskipun demikian, beberapa kelemahan perlu diperhatikan, seperti tidak adanya fungsi reminder schedule yang dapat menghambat manajemen waktu, dan tidak adanya batasan akses pemesanan yang dapat menyebabkan masalah jika ruang *meeting* mengalami kerusakan. Pentingnya pengembangan lebih lanjut terletak pada implementasi fungsi reminder schedule dan batasan akses pemesanan untuk meningkatkan manajemen waktu dan melindungi kondisi fasilitas. Dengan demikian, perbaikan pada kelemahan ini akan membuat sistem lebih optimal dan mendukung kebutuhan pengguna dengan lebih baik.

SIMPULAN

Kesimpulan dari implementasi aplikasi *booking* ruang *meeting* menunjukkan bahwa sistem ini memberikan manfaat signifikan bagi karyawan dalam mengelola pemakaian ruang *meeting*. Kemampuan untuk melihat jadwal, melakukan pemesanan, dan menyimpan data riwayat dengan akurat telah meminimalisir potensi miskomunikasi terkait pemakaian ruang *meeting*. Meskipun demikian, untuk meningkatkan fungsionalitas dan efisiensi, disarankan untuk mengembangkan aplikasi dengan menambahkan fitur notifikasi melalui email atau sms, sehingga pengguna dapat menerima pemberitahuan sebelum dan setelah pemakaian. Selain itu, diperlukan penerapan

batasan hak akses untuk mencegah kerusakan ruang *meeting* yang mungkin terjadi akibat penggunaan yang kurang bertanggung jawab. Pengembangan lebih lanjut ini akan meningkatkan pengalaman pengguna dan menjadikan aplikasi lebih terintegrasi dengan kebutuhan sehari-hari pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Ge. F, "Panduan dan teknik mengelola rapat," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., 1967.
- [2] M. Sukma, "Analisa Sistem Pengolahan," *Binadarma.Ac.Id*, pp. 7–35, 2018, [Online]. Available: [http://eprints.binadarma.ac.id/677/1/ANALISIS PERANC. SISTEM INFORM materi 5.pdf](http://eprints.binadarma.ac.id/677/1/ANALISIS_PERANC_SISTEM_INFORM_materi_5.pdf)
- [3] Z. Affandi, "Strategi Pengembangan Kota Pekanbaru menjadi Kota MICE (Meeting, Incentive, Convention, Exhibition)," *T Ida Adriani*, pp. 14–40, 2018.
- [4] B. Suprayogi and A. Rahmanesa, "Penerapan Framework Bootstrap Dalam Sistem Informasi Pendidikan Sma Negeri 1 Pacet Cianjur Jawa Barat," *Tematik*, vol. 6, no. 2, pp. 23–30, 2019, doi: 10.38204/tematik.v6i2.244.
- [5] Wahyuda, "Wahyuda," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2014.
- [6] E. Wilde, "Hypertext Markup Language (HTML)," *World Wide Web*, pp. 191–291, 1999, doi: 10.1007/978-3-642-59944-6_6.
- [7] I. S. Informasi and R. Fauzi, "Pemrograman Dasar Javascript".
- [8] E. Kuryanovich *et al.*, "3D CSS Tutorial," *HTML5 Games Most Wanted*, no. November, pp. 93–106, 2012, doi: 10.1007/978-1-4302-3979-6_5.
- [9] I. Rahmat, "Manajemen Sumber Daya Manusia Islam: Sejarah, Nilai Dan Benturan," *J. Ilm. Syi'ar*, vol. 18, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.29300/syr.v18i1.1568.
- [10] A. Kadir, "Pengertian Php (Hypertext Preprocessor)," *Pengertian Php*, vol. 7, no. 1, pp. 4–31, 2013.

- [11] Swastika, "Bab II Landasan Teori," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.

Jurnal INFOTRONIK

Universitas Sangga Buana YPKP

Fakultas Teknik Gedung C Lantai 3

Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

Telp. 62 22 7275489

62 22 7202841

Fax 62 22 7201756

Email jurnal.infotronik@usbypkp.ac.id

