



POLITEKNIK NEGERI BALI

*matrix***X**

JURNAL MANAJEMEN TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA



Vol. 7 No. 1 | Hal. 1-26 | Maret 2017 | ISSN 2580-5630

Editors

Editor-in-chief :

Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka.

Editorial Boards :

Dr. I Ketut Swardika, ST, MSi.

I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD.

Ir. I Wayan Wiraga, MT.

I Nyoman Kusuma Wardana, ST, MSc.

Ni Wayan Wisswani, ST, MT.

Language Editors :

Gusti Nyoman Ayu Sukerti, SS, MHum.

Ni Nyoman Yuliantini, SPd, MPd.

Reviewers

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

Dr. I Nyoman Sutarja (Teknik Sipil, Universitas Udayana).

Daftar Isi

I Wayan Raka Ardana, I Putu Sutawiaya, PEMODELAN SISTEM KONTROLER LOGIKA FUZZY PADA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB / SIMULINK	1-6
I Ketut Parti, I Wayan Suwardana, ANALISIS KEANDALAN SISTEM PT PLN AP BALI UTARA DENGAN METODE SERVQUAL	7-12
I Ketut Sutapa, I Made Sudiarsa, I Nengah Darma Susila, APLIKASI PENATAAN PARKIR BASEMENT MOBIL DENGAN POLA PETAK PARKIR 90⁰ MENINGKATKAN KEPUASAN PENGGUNA PARKIR MALL RAMAYANA DENAPASAR	13-17
I Nyoman Sukarma, I Nyoman Mudiana, Septian Udayana, PERFORMA PEMANGGIL ANTRIAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA328	18-22
I Ketut Sutapa, I Wayan Darta Suparta, I Nengah Darma Susila, KARAKTERISTIK PARKIR SEPEDA MOTOR PADA PUSAT PERBELANJAAN HARDY'S SESETAN	23-26

PEMODELAN SISTEM KONTROLER LOGIKA FUZZY PADA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB / SIMULINK

I Wayan Raka Ardana¹, I Putu Sutawinaya²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

¹rakawyn@pnb.ac.id

Abstrak: Salah satu kelemahan penggunaan kontroler konvensional PID pada pengaturan kecepatan motor induksi adalah kesulitan di dalam menentukan nilai parameter (*gain*) yang sesuai. Untuk menutupi kelemahan itu, pada riset ini peneliti mengembangkan suatu sistem kontrol yang berbasis teknologi logika fuzzy. Kontroler logika fuzzy ditengarai dapat bekerja dengan respon yang cepat dan performansi yang cukup bagus. Dari simulasi yang dibuat menggunakan Simulink, diperoleh hasil bahwa sistem kontroler logika fuzzy mampu memperbaiki kinerja pengaturan kecepatan motor induksi dengan memperkecil lonjakan dan waktu pemulihan untuk mencapai *setpoint*.

Kata kunci: Motor Induksi, Kontroler Logika Fuzzy, Matlab, Simulink.

Abstract: One disadvantage of using conventional PID controllers in the induction motor speed adjustment is the difficulty in determining the appropriate parameter (*gain*) values. To cover this weakness, in this research we develop a control system based on fuzzy logic technology. The fuzzy logic controller is considered to work with fast response and good performance. From the simulation that has been made using Simulink, it achieved that fuzzy logic controller system can improve the performance of induction motor speed regulation by minimizing spikes and recovery time to reach the *setpoint*.

Keywords: Induction Motor, Fuzzy Logic Controller, Matlab, Simulink.

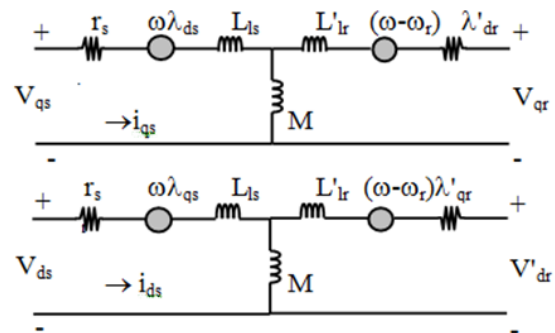
I. PENDAHULUAN

Motor induksi banyak digunakan di industri-industri karena kokoh, relatif murah, perawatannya mudah serta handal. Namun bila bebannya berubah-ubah maka kecepatan motor menjadi tidak konstan, hal ini menjadi kelemahan motor induksi bila dibandingkan dengan motor dc yang memiliki kecepatan relatif konstan terhadap perubahan beban. Untuk mengatasi kelemahan itu dibutuhkan suatu rangkaian kontroler.

Kontroler PID (Proportional-Integral-Derivative) merupakan kontroler konvensional yang umum digunakan di dalam pengaturan kecepatan motor induksi. Kelemahan kontroler ini adalah sulit menentukan (menala) nilai gain K_p , K_i dan K_d yang sesuai agar diperoleh kinerja motor yang bagus. Untuk mengatasi kelemahan kontroler tersebut, serta memperbaiki kinerja rangkaian pengaturan kecepatan motor induksi, maka dikembangkan suatu metode kontrol menggunakan teknologi logika fuzzy.

Beberapa studi tentang pengendalian motor induksi telah dikembangkan pada referensi [1-7] yang menjadi acuan pada penelitian ini. Pada penelitian ini dirancang suatu pemodelan pengaturan kecepatan motor induksi menggunakan kontroler logika fuzzy. Model diaplikasikan melalui suatu simulasi pemodelan perangkat lunak (*software*) menggunakan fasilitas Simulink dan *Power System Blockset* dari MATLAB. Adapun model matematis motor induksi dan struktur kontroler logika fuzzy yang dikembangkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Menurut Krause P.C., rangkaian ekuivalen motor induksi tiga fasa pada koordinat D-Q adalah seperti terlihat pada Gambar 1 berikut [4].



Gambar 1. Rangkaian ekuivalen motor induksi tiga fasa pada koordinat D-Q

Menurut Ion Boldea, bahwa persamaan tegangan stator dan rotor motor induksi tiga fasa dalam koordinat A-B-C dengan $p=d/dt$, dapat dinyatakan dengan Persamaan [2].

$$V_{abcs} = r_s i_{abcs} + p \lambda_{abcs} \quad (1)$$

$$V_{abcr} = r_s i_{abcr} + p \lambda_{abcr} \quad (2)$$

dengan :

$$p \lambda_{abcs} = L_s i_{abcs} + L_s i_{abcs} \quad (3)$$

$$p \lambda_{abcr} = L_r i_{abcs} + L_r i_{abcr} \quad (4)$$

Dengan transformasi dari sistem koordinat A-B-C ke sistem koordinat D-Q, maka persamaan tegangan untuk motor induksi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V_{qs} = r_s i_{qs} + p \lambda_{qs} + \omega \lambda_{ds} \quad (5)$$

$$V_{ds} = r_s i_{ds} + p \lambda_{ds} - \omega \lambda_{qs} \quad (6)$$

$$V'_{qr} = r'_r i'_{qr} + p \lambda'_{qr} + (\omega - \omega_r) \lambda'_{dr} \quad (7)$$

$$V'_{dr} = r'_r i'_{dr} + p \lambda'_{dr} + (\omega - \omega_r) \lambda'_{qr} \quad (8)$$

Persamaan untuk fluksi adalah :

$$\lambda_{qs} = L_{ls} i_{qs} + L_m (i_{qs} + i_{qr}) \quad (9)$$

$$\lambda_{ds} = L_{ls} i_{ds} + L_m (i_{ds} + i_{dr}) \quad (10)$$

$$\lambda'_{qr} = L'_{lr} i'_{qr} + L'_m (i'_{qs} + i'_{qr}) \quad (11)$$

$$\lambda'_{dr} = L'_{lr} i'_{dr} + L'_m (i'_{ds} + i'_{dr}) \quad (12)$$

Kopel elektromagnetik dari motor induksi dinyatakan dengan:

$$T_e = \frac{3}{2} \frac{p}{2} \bar{\lambda}_m \bar{i}_{qds} \quad (13)$$

Dalam komponen D-Q dinyatakan dengan:

$$T_e = \frac{3p}{2} (\lambda_{md} i_{qs} - \lambda_{mq} i_{ds}) \quad (14)$$

Bentuk lain yang dapat dipakai adalah:

$$T_e = \frac{3p}{2} L_m (i_{qs} i'_{dr} - i_{ds} i'_{qr}) \quad (15)$$

Persamaan gerak elektromekanis dari motor induksi adalah:

$$T_e - T_l = \frac{2J}{p} \frac{d\omega_r}{dt} + B_m \frac{2}{p} \omega_r \quad (16)$$

di mana T_l adalah torsi beban, p adalah jumlah kutub, J adalah momen inersia dan B_m adalah koefisien gesekan dengan:

p = Jumlah pasang kutub

M = Induktansi gandeng (H)

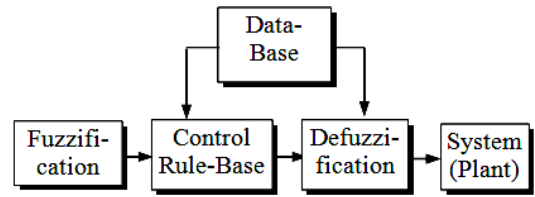
i_{dr} = Arus rotor pada sumbu d (A)

i_{qs} = Arus stator pada sumbu q (A)

i_{qr} = Arus rotor pada sumbu q (A)

i_{ds} = Arus stator pada sumbu d (A)

Kontroler logika fuzzy dikategorikan dalam kontrol cerdas (*intelligent control*). Unit logika fuzzy memiliki kemampuan menyelesaikan masalah perilaku sistem yang kompleks, yang tidak dimiliki oleh kontroler konvensional. Struktur dasar kontroler logika fuzzy ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur dasar logika fuzzy

a. Fuzzifikasi

Di dalam proses fuzzifikasi, terjadi konversi variabel *crisp* ke dalam variabel fuzzy melalui teknik fungsi keanggotaan, dengan *error* dan *delta error* dipetakan ke dalam rentang kerja semesta pembicaraan melalui persamaan berikut:

$$Qe(k) = G_1 * e(k) \quad (17)$$

$$\Delta Qe(k) = G_2 * \Delta e(k) \quad (18)$$

b. Membership Function

Membership Function (fungsi keanggotaan) himpunan fuzzy merupakan fungsi untuk menyatakan keanggotaan dari suatu nilai-nilai. Ada beberapa bentuk fungsi keanggotaan antara lain bentuk segitiga (*Triangular function*), trapesium (*Trapezoidal function*).

c. Fuzzy Implication

Pada umumnya aturan-aturan fuzzy dinyatakan dalam bentuk logika *IF-THEN* yang merupakan dasar relasi fuzzy. Relasi fuzzy (R) dalam basis pengetahuan fuzzy didefinisikan sebagai fungsi implikasi fuzzy (*fuzzy implication*). Beberapa fungsi implikasi fuzzy ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa tipe fungsi implikasi fuzzy

Nama	Operator Implikasi
	$\phi[\mu_A(x), \mu_B(y)] =$
Zadeh Max-Min	$(\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)) \vee (1 - \mu_A(x))$
Mamdani Min	$\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)$
Larsen Product	$\mu_A(x) \cdot \mu_B(y)$
Arithmetic	$1 \wedge (1 - \mu_A(x) + \mu_B(y))$
Boolean	$(1 - \mu_A(x)) \vee \mu_B(y)$

d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan kebalikan dari proses transformasi sebuah himpunan fuzzy ke dalam himpunan tugas. Metode defuzzifikasi yang umum digunakan adalah *Centre of Gravity (COG)* *defuzzification* yang didefinisikan sebagai berikut :

$$y = \frac{\sum_{j=1}^R c^j \int \mu_{\tilde{U}^j}(u) du}{\sum_{j=1}^R \int \mu_{\tilde{U}^j}(u) du} \quad (19)$$

dengan:

- y = nilai keluaran (*output*)
- c^j = nilai tengah dari keluaran fungsi keanggotaan ke- j
- $\mu_{\hat{U}^j}(u)$ = keluaran fungsi keanggotaan
- $\hat{U}^j$ = fuzzy set
- R = jumlah aturan (*rule*)

Hasil simulasi yang telah dicapai menunjukkan bahwa dengan kontroler logika fuzzy mampu menekan penurunan kinerja motor terhadap perubahan beban maupun kecepatan di bawah 1 % bila dibandingkan dengan penggunaan kontroler konvensional (PID). Sistem kontrol yang dikembangkan ini mampu memenuhi kriteria performansi sistem yang tinggi.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, peneliti membuat simulasi sistem kontrol dengan membuat rancangan sistem kontrol logika fuzzy menggunakan fasilitas fuzzy logic Simulink pada perangkat lunak Matlab. Sedangkan pemodelan motor induksi tiga fasa diambil dari fasilitas *power system blockset* perangkat lunak Matlab tersebut sebagai *tools* dalam rancangan yang dikembangkan ini.

Adapun rancangan sistem kontrol logika fuzzy diawali dengan membuat rancangan aturan dasar fuzzy kemudian mem-set ke dalam pemodelan sistem kontrol logika fuzzy yang dikembangkan sebagai berikut:

2.1. Proses Aturan Dasar Fuzzy

Aturan dasar (*rule base*) suatu kontroler logika fuzzy merupakan kumpulan aturan-aturan kontrol sebagai acuan untuk menyatakan aksi kontroler. Aturan tersebut disusun berdasarkan pengamatan atau perkiraan terhadap respon dinamik sistem. Untuk menentukan *rule base* digunakan metode pendekatan secara heuristik, dengan melakukan pengamatan respon terhadap masukan, kemudian dengan naluri keteknikan ditentukan *rule base* kontroler logika fuzzy yang sesuai.

2.2. Pemodelan Kontroler Logika Fuzzy

Dalam merancang kontroler logika fuzzy, perlu diperhatikan variabel input (masukan) *error* (e) dan *delta error* (Δe) yang dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$e(k) = sp - y(k) \quad (20)$$

$$\Delta e(k) = e(k) - e(k-1) \quad (21)$$

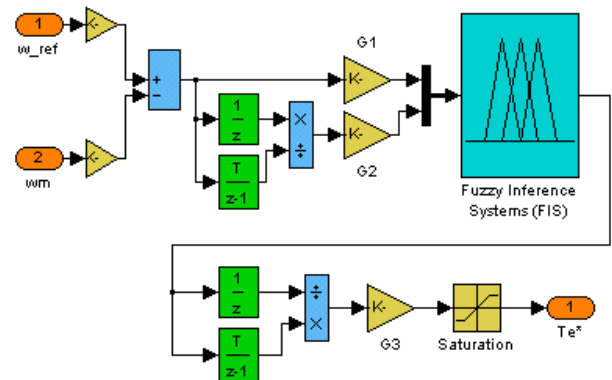
di mana sp adalah *setpoint* (kecepatan referensi ' ω_{ref} ') dan y adalah keluaran (*output*) sistem, sedangkan k dan $k-1$ adalah kejadian urutan dari pencuplikan data sistem.

Pada kasus pengaturan kecepatan motor induksi, himpunan semesta pembicaraan meliputi *error* kecepatan dan perubahan atau *delta error* kecepatan,

yang dinyatakan dalam Persamaan (20) dan (21). Sedangkan semesta pembicaraan dari aksi kontrol adalah torsi referensi yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\Delta Te^*(k) = Te^*(k) - Te^*(k-1) \quad (22)$$

di mana $Te^*(k)$ adalah torsi referensi, dan ΔTe^* adalah perubahan torsi referensi pada urutan *sampling* ke- k . Secara keseluruhan blok kontroler logika fuzzy dapat dimodelkan seperti Gambar 3.



Gambar 3. Pemodelan kontroler logika fuzzy

Dalam penelitian ini, peneliti mengamati beberapa parameter dari hasil atau respon simulasi yang ditunjukkan sistem kontrol yang dikembangkan ini, antara lain : *overshoot*, *undershoot*, *rise time* dan *settling time* dari kondisi perubahan kecepatan (*setpoint*) dan kondisi penambahan beban sesaat.

Hasil simulasi dari beberapa parameter yang ditunjukkan dilakukan analisis dan dibandingkan dengan hasil simulasi (respon) sistem kontrol PID yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya [8-10].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

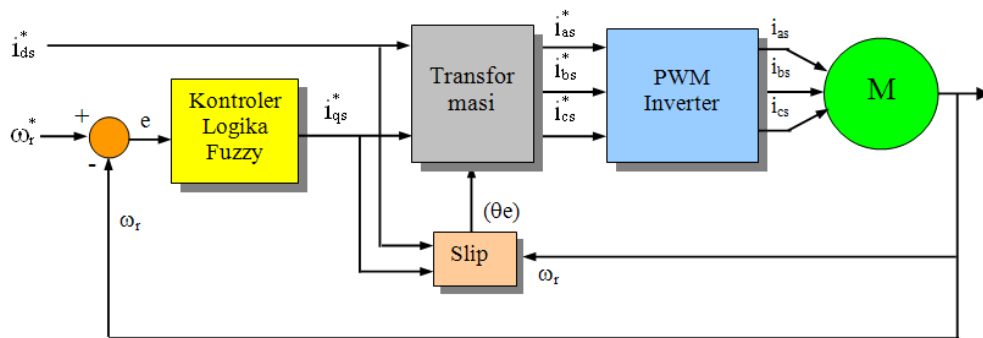
3.1. Simulasi Kontroler Logika Fuzzy

Untuk menentukan *rule base* digunakan metode pendekatan secara heuristik dengan melakukan pengamatan respon terhadap masukan, kemudian dengan naluri keteknikan ditentukan *rule base* kontroler logika fuzzy yang sesuai. Secara lengkap *rule base* kontroler logika fuzzy yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Rule base* kontroler logika fuzzy

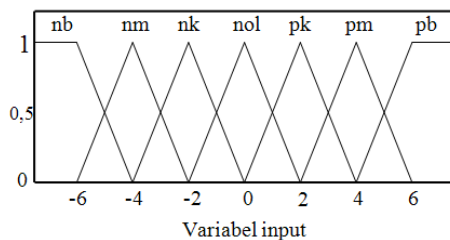
$E/\Delta E$	<i>nb</i>	<i>nm</i>	<i>nk</i>	<i>nol</i>	<i>pk</i>	<i>pm</i>	<i>pb</i>
Nb	nb	Nb	nb	nb	Nm	nk	nol
Nm	nb	Nb	nm	nm	Nk	nol	pk
Nk	nb	Nm	nk	nk	nol	pk	pm
nol	nb	Nk	nk	nol	pk	pk	pm
pk	nm	Nk	nol	pk	pk	pm	pb
pm	nk	Nol	pk	pm	pm	pb	pb
pb	nol	Pk	pm	pb	pb	pb	pb

Blok diagram sistem pengaturan kecepatan motor induksi ditentukan menggunakan kontroler logika fuzzy sesuai dengan Gambar 4.

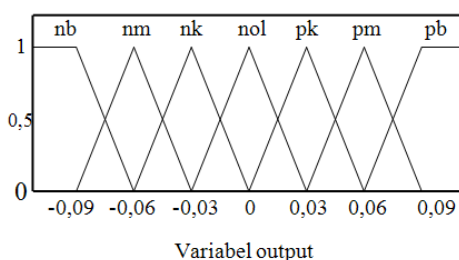


Gambar 4. Blok sistem kontrol motor induksi menggunakan logika fuzzy

Metode yang digunakan pada kontroler logika fuzzy ini adalah metode statik, artinya sifat fungsi keanggotaan (*membership function*) bekerja dengan rentang kerja (*range*) tetap, yaitu antara -6 sampai dengan 6 untuk masukannya (variabel input), dan antara $-0,09$ sampai dengan $0,09$ untuk keluarannya (variabel output) [6]. Penentuan rentang kerja tersebut harus fleksibel agar sistem mampu melakukan *tracking setpoint* dengan baik. Variabel input dan output *membership* ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Fungsi keanggotaan variabel input



Gambar 6. Fungsi keanggotaan variabel output

$$i_T = \frac{L_r}{pM^2 i_M} T_r^* \quad (23)$$

dengan: i_T = arus torsi (A), dan
 i_M = arus medan (A)

Error dan *delta error* yang terjadi selama sistem dioperasikan, terlebih dahulu dikuantisasi atau dipetakan melalui interpolasi biasa menjadi *error* terkuantisasi (Q_e) dan *delta error* terkuantisasi (dQ_e).

Pengkuantisasian melalui interpolasi bertujuan untuk memetakan *error* dan *delta error* ke dalam semesta pembicaraan, dengan rentang kerja yang telah ditetapkan tersebut yang dibagi menjadi tujuh tingkat kuantisasi dengan variabel linguistik, yaitu negatif besar (nb), negatif menengah (nm), negatif kecil (nk), nol (nol), positif kecil (pk), positif menengah (pm), positif besar (pb).

Adapun data motor induksi tiga fasa yang digunakan pada simulasi sistem kontrol ini adalah sesuai blok parameter pada *power system blockset* dari Simulink Matlab sebagai berikut :

- Jenis motor : induksi 3 fasa
- Tipe rotor : squirrel cage
- Daya nominal : 5×746 VA
- Tegangan nominal : 220 Volt
- Frekuensi nominal : 60 Hz
- Kumparan stator : $(0,6 + j1,9 \times 10^{-3}) \Omega$
- Rotor sangkar : $(0,412 + j1,9 \times 10^{-3}) \Omega$
- *Mutual inductance* : $41,5 \times 10^{-3} \Omega$
- Faktor gesekan : 0,058/0,0032
- Jumlah kutub : 2 pasang

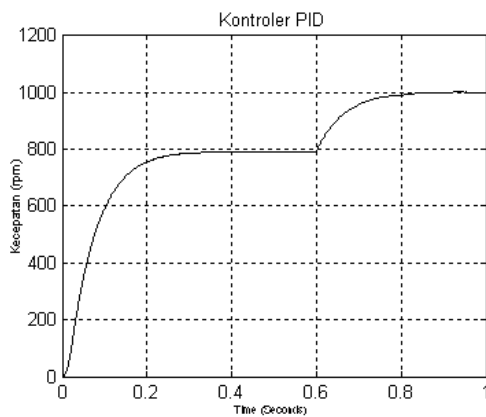
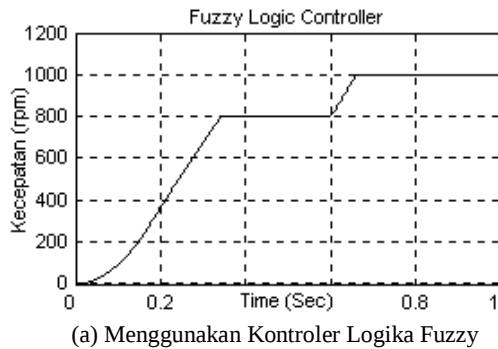
3.2. Respon Kecepatan dan Analisa

Simulasi program dilakukan pada dua kondisi dinamik, yaitu simulasi perubahan kecepatan (*setpoint*), dan simulasi dengan pemberian torsi beban (beban). Pada masing-masing kondisi tersebut, diamati dan dianalisis kinerja motor induksi seperti *overshoot*, *undershoot*, *rise time*, *settling time* dan *steady state error* melalui tampilan karakteristik kecepatan motor induksi pada blok "Scope [rpm]".

Untuk menguji kemampuan dan keterandalan (*reliable*) model yang dikembangkan, maka respon sistem untuk penggunaan kontroler logika fuzzy yang dirancang, dibandingkan dengan kontroler konvensional (kontroler PID) seperti yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya. Dimana respon sistem pada seting kedudukan set point tetap 1000 rpm hampir tidak terjadi penurunan pencapaian *setpoint* [7].

3.2.1. Simulasi Perubahan Kecepatan

Pada kondisi ini, model yang dibuat diuji melalui perubahan kecepatan (*setpoint*), yaitu dari kecepatan 800 rpm ke 1000 rpm setelah simulasi berjalan 0,6 detik (dalam kondisi *steady state*) tanpa beban (beban nol). Hasil unjuk kerja dari pengaturan kecepatan motor induksi untuk perubahan kecepatan dari 800 rpm menjadi 1000 rpm adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Simulasi Perubahan Kecepatan

Pada penelitian ini, respon sistem yang diamati dan dianalisis hanya saat *setpoint* 1000 rpm. Adapun performa sistem yang ditunjukkan adalah sebagai berikut:

- a) Menggunakan kontroler logika fuzzy (Gambar 7.a)
 - *Overshoot* : 0,014 %
 - *Rise time* : 0,32 detik
 - *Settling time* : 0,34 detik
 - *Error kecepatan* : ≈ 0
- b). Menggunakan kontroler PID (Gambar 7.b)
 - *undershoot* : 0,25 %
 - *Rise time* : 0,39 detik
 - *Settling time* : 0,42 detik
 - *Error kecepatan* : 1,1 rpm

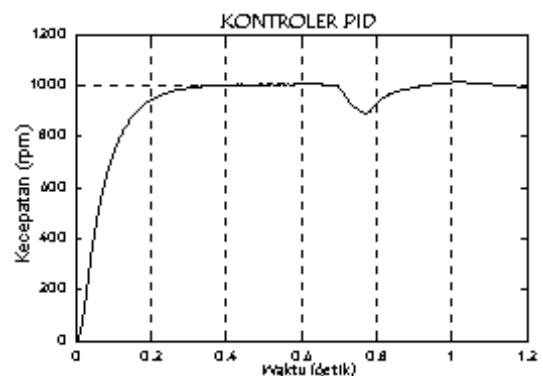
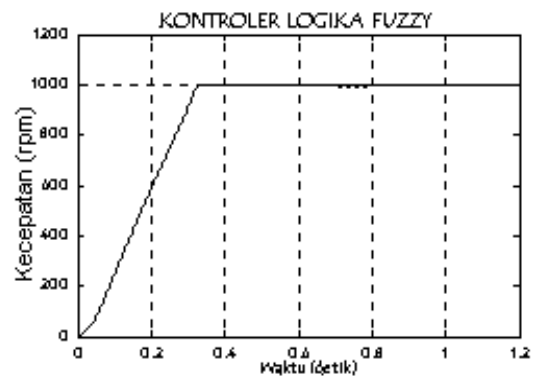
Berdasarkan hasil pengujian dari respon kecepatan motor induksi tersebut dapat kita analisis bahwa kontroler logika fuzzy yang dikembangkan ini memiliki kemampuan mengontrol kecepatan terhadap

perubahan kecepatan atau perubahan *setpoint* dengan baik, dengan waktu pencapaian *setpoint* dan *settling time* relatif cepat, *overshoot* dan *undershoot* kurang dari 1 %, serta *steady state error* mendekati nol.

3.2.2. Simulasi Berbeban

Pada kondisi ini, model yang dibuat diuji dengan memasukkan torsi beban maksimum (19,8 N.m) sesaat selama $t = 0,07$ detik setelah sistem dalam keadaan mantap (*steady state*) pada kedudukan *setpoint* 1000 rpm. Simulasi dimulai dari kecepatan awal motor 0 rpm hingga mencapai kedudukan *setpoint*, dengan waktu sampling mulai dari 0 sampai 1,2 detik.

Hasil unjuk kerja dari pengaturan kecepatan motor induksi untuk kondisi berbeban sesaat adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Dalam hal ini, kondisi yang diamati dan dianalisis adalah respon sistem pada saat torsi beban maksimum (TL = 19,8 N.m) mulai dimasukkan, yaitu pada $t = 0,7$ detik hingga sistem kembali ke kedudukan *setpoint* (stabil). Adapun performa sistem yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Simulasi Kondisi Berbeban

- a) Menggunakan kontroler logika fuzzy (Gambar 8.a)
 - *Undershoot* (995,3 rpm) : 0,47 %
 - *Rise time* : 0,01 detik
 - *Settling time* : 0,08 detik

- *Steady state error* : 0,8 rpm
- b). Menggunakan kontroler PID (Gambar 8.b)
 - *Undershoot* (890,2 rpm) : 10,98 %
 - *Rise time* : 0,30 detik
 - *Settling time* : 0,45 detik
 - *Steady state error* : 1,1 rpm

Berdasarkan hasil pengujian dari respon kecepatan motor induksi pada kondisi pembebanan sesaat dapat kita analisis bahwa respon kecepatan yang diperoleh dengan menggunakan kontroler logika fuzzy lebih baik dibandingkan dengan respon kecepatan bila rangkaian simulasi menggunakan kontroler PID. Terlihat bahwa kontroler logika fuzzy memiliki kemampuan mengatasi perubahan torsi beban secara tiba-tiba dengan waktu pemulihan (*recovery time*) kembali ke posisi *setpoint* relatif cepat, serta *error* kecepatan mendekati nol.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem dan analisis terhadap penggunaan kontroler logika fuzzy untuk mengontrol kecepatan motor induksi yang dikembangkan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada kondisi sistem yang diuji melalui perubahan kecepatan (*setpoint*) dari 800 rpm ke 1000 rpm, respon sistem kontroler logika fuzzy yang dikembangkan ini menunjukkan bahwa sistem mampu menekan *overshoot* dan *steady state error* mendekati nol, serta *rise time* dan *settling time* relatif cepat.
2. Pada kondisi sistem yang diuji melalui pemberian beban (torsi beban) sesaat pada kondisi sistem stabil (*steady state*) terlihat bahwa sistem kontroler logika fuzzy yang dikembangkan ini menunjukkan bahwa sistem relatif stabil dengan kembali pada kedudukan (*setpoint*) semula dalam waktu relatif cepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada staf Lab. Mikroprosesor & Sistem Kontrol, Politeknik Negeri Bali serta editor Jurnal Matrix.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ba-Razzouk, A., Cheriti, A., Olivier, G. & Sicard, P. (1997). Field-oriented control of induction motors using neural-network decouplers. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 12(4), 752-763.
- [2] Heber, B., Xu, L. & Tang, Y. (1997). Fuzzy logic enhanced speed control of an indirect field-oriented induction machine drive. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 12(5), 772-778.
- [3] Zhen, L. I. & Xu, L. (1996). On-line fuzzy tuning of indirect field oriented induction machine drives. *Applied Power Electronics Conference and Exposition 1996*, 369-374.
- [4] Zhen, L. & Xu, L. (2000). Fuzzy learning enhanced speed control of an indirect field-oriented induction machine drive. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 8(2), 270-278.
- [5] Rose, T.J. (2010). *Fuzzy logic with engineering application*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- [6] Ardana, I W. R. (2013). Simulasi sistem kontroler PID untuk motor induksi menggunakan perangkat lunak matlab/simulink. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 7(2).
- [7] Wahjono, E. (2016). Pengaturan kecepatan motor induksi sebagai penggerak mobil listrik dengan kontroler fuzzy logic berbasis direct torque control. *Jurnal Ilmiah Mikrotek*, 1(3), 136-144.
- [8] Nirali, R. & Shah, S. K. (2011). Fuzzy decision based soft multi agent controller for speed control of three phase induction motor. *Transformation*, 2(3).
- [9] Tianur, T., Happyanto, D. C., Gunawan, A. I. & Widodo, R. T. (2011). Kontrol kecepatan motor induksi menggunakan metode PID-fuzzy. *EEPIS Final Project*.
- [10] Putri, R. I. & Fauziyah, M. (2010). Implementasi kontroler neural fuzzy pada pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.

ANALISIS KEANDALAN SISTEM PT PLN AP BALI UTARA DENGAN METODA SERVQUAL

I Ketut Parti¹, I Wayan Suwardana²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

¹partigen@pnb.ac.id

Abstrak: Analisis kepuasan pelanggan terhadap kualitas pelayanan merupakan kebutuhan bagi setiap perusahaan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kinerja dan harapan yang telah diberikan oleh manajemen dan sebagai evaluasi untuk perbaikan kinerja di masa mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lima dimensi yang dapat mempengaruhi kepuasan pelanggan PT PLN AP Bali Utara yakni: Keandalan, DayaTanggap, Jaminan, Empati, dan Bukti Fisik dengan metoda Servqual. Berdasarkan hasil penelitian terhadap kinerja PT PLN AP Bali Utara pada pelanggan rumah tangga, terlihat bahwa masih terjadi kesenjangan cukup besar antara kinerja dan harapan PT PLN AP Bali Utara dengan kepuasan pelanggan. Masing-masing kesenjangan berdasarkan lima dimensinya yaitu Keandalan sebesar 1,48; Daya Tanggap sebesar 1,32; Jaminan sebesar 1,23; Empati sebesar 1,15; Bukti Fisik sebesar 0,98. Manajemen harus meningkatkan kualitas pelayanan yang meliputi: aliran listrik sering padam, pemberitahuan pemadaman, penyampaian informasi yang mudah dimengerti, keberadaan karyawan, antrian dalam pembayaran rekening listrik, dan perhatian terhadap pelanggan.

Kata kunci: *Servqual, PT PLN AP Bali Utara, Keandalan, Sistem.*

Abstract: *Analysis of customer satisfaction on service quality is a necessity for every company. It is intended to determine the level of performance and expectation that has been given by management and as an evaluation for future performance improvement. This study aimed to analyze five dimensions that can affect customer satisfaction of PT PLN AP Bali Utara, i.e: Reliability, Responsivity, Assurance, Empathy, and Tangibility using Servqual method. Based on the results of a performance study of PT PLN AP Bali Utara on household customers, there is still considerable gaps between performance and expectation of customers of PT PLN AP Utara, i.e: Reliability of 1.48, Responsivity of 1.32, Assurance of 1.23, Empathy of 1.15, and Tangibility of 0.98. Management must improves the quality of services including power outage, notification of blackout, easy given and understandable information, employees existence, queues to pay electricity bills, and attention to customers.*

Keywords: *Servqual, PT PLN AP Bali Utara, Reliability, System.*

I. PENDAHULUAN

PT PLN merupakan satu-satunya perusahaan yang ditugaskan pemerintah untuk menyediakan listrik secara nasional kepada masyarakat Indonesia. Posisi ini kerap membuat PLN dipandang oleh masyarakat sebagai perusahaan yang diberi hak monopoli oleh pemerintah dalam bisnis ketenagalistrikan. Didalam dunia bisnis, perusahaan yang memiliki hak monopoli sudah dapat dipastikan akan memperoleh laba yang besar, karena dapat mengatur harga jual produk dengan margin sebesar-besarnya. Meningkatnya kebutuhan akan produk yang ditawarkan, serta tidak adanya pesaing yang dapat menghasilkan produk sejenis, maka perusahaan dapat dikatakan melakukan praktik monopoli. Situasi yang dihadapi PLN adalah situasi yang sangat berbeda dari apa yang berlaku secara umum dalam dunia bisnis. PLN adalah perusahaan yang didirikan dengan regulasi pemerintah dengan tujuan utama melayani kebutuhan listrik masyarakat Indonesia. PLN tidak dapat menaikkan harga jual listrik secara sepihak saat biaya input meningkat akibat kenaikan tajam harga energi primer atau saat kebutuhan meningkat dengan pesat bertujuan memperoleh laba yang besar. Hal ini disebabkan karena kewenangan penetapan tarif dasar listrik (TDL) menjadi hak pemerintah. Justru sebaliknya, atas dasar penugasan negara, PLN diharapkan tetap melayani

masyarakat walaupun harus menjual listrik dengan harga jual yang lebih rendah dibandingkan harga produksinya. Situasi ini merupakan dilema bagi PLN karena, disatu sisi perusahaan harus dapat menghasilkan laba yang sebesar-besarnya, dan sisi lain dapat melayani masyarakat di bidang ketenagalistrikan secara maksimal.

Dalam meningkatkan kualitas pelayanan perusahaan harus mampu memuaskan konsumennya maka diperlukan adanya komitmen manajemen dalam meningkatkan kualitas pelayanan dalam memuaskan konsumen secara terus-menerus [1,2].

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka penelitian dilakukan untuk mengetahui tingkat kepuasan pelanggan terhadap pelayanan PT PLN AP Bali Utara serta tipe pelayanan PT PLN AP Bali Utara yang memberikan tingkat kepuasan yang paling tinggi.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Studi Pustaka

Metode *Servqual* merupakan metode yang digunakan untuk mengukur kualitas layanan dari atribut masing-masing dimensi, sehingga akan diperoleh nilai *gap* (kesenjangan) yang merupakan selisih antara persepsi konsumen terhadap layanan yang telah diterima dengan harapan terhadap yang

akan diterima. Pengukurannya metode ini dengan mengukur kualitas layanan dari atribut masing-masing dimensi, sehingga akan diperoleh nilai *gap* yang merupakan selisih antara persepsi konsumen terhadap layanan yang diterima dengan harapan konsumen terhadap layanan yang akan diterima [1].

2.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT PLN AP Bali Utara, Kabupaten Buleleng pada pelanggan Gol R1 dengan daya 450 VA sampai 900 VA dari bulan Juni hingga Agustus tahun 2014.

2.3. Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan kuesioner untuk memastikan bahwa alat ukur tersebut memang akurat, tepat dan dapat dipercaya.

2.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini merupakan tipe penelitian pengujian hipotesis atas pengaruh kualitas pelayanan dimensi kualitas jasa yang terdiri dari: *reliability* (keandalan), *responsive* (daya tanggap), *assurance* (jaminan), *empathy* (empati), *tangibility* (bukti fisik) terhadap kepuasan PT PLN AP Bali Utara.

2.5. Populasi dan Sampel

Populasi adalah suatu himpunan unit yang biasanya berupa orang, objek, transaksi atau kejadian di mana kita tertarik untuk mempelajarinya [3]. Dalam penelitian ini, populasi yang dimaksudkan adalah semua objek konsumen (pelanggan) PT PLN AP Bali Utara.

Sampel adalah suatu himpunan bagian dari unit populasi. Konsumen yang dijadikan sampel adalah konsumen / pelanggan PT PLN AP Bali Utara [4]. Untuk menentukan besarnya ukuran sampel (S), jika populasi 3500 dengan tingkat kesalahan 10%, maka besarnya sampel (S) = 251.

2.6. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel ditentukan dengan *simple random sampling*. Teknik pengambilan sampel secara acak tanpa memperhatikan strata/tingkatan anggota populasi tersebut [4].

2.7. Kategori Pengukuran

Penelitian ini menggunakan kuesioner yang bersifat terbuka. Aspek dimensi di atas dinilai dengan menggunakan lima kategori pengukuran:

1. Kategori 1: sangat tidak puas
2. Kategori 2: tidak puas
3. Kategori 3: cukup puas
4. Kategori 4: puas
5. Kategori 5: sangat puas

2.8. Pengujian Instrumen

1. Uji Validitas Item atau butir dapat dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS [5]. Untuk proses ini, akan digunakan Uji Korelasi Pearson Product Moment. Dalam uji ini, setiap

item akan diuji relasinya dengan skor total variabel yang dimaksud. Dalam hal ini masing-masing *item* yang ada di dalam variabel X dan Y akan diuji relasinya dengan skor total variabel tersebut. Agar penelitian ini dapat menjabarkan temuan lebih teliti, maka sebuah *item* sebaiknya memiliki korelasi (r) dengan skor total masing-masing variabel $\geq 0,25$ [2]. *Item* yang punya r hitung $< 0,25$ akan disingkirkan akibat mereka tidak melakukan pengukuran secara sama dengan yang dimaksud oleh skor total skala dan lebih jauh lagi, tidak memiliki kontribusi dengan pengukuran seseorang jika bukan malah mengacaukan [5].

2. Uji Reliabilitas *item* diuji dengan melihat Koefisien Alpha dengan melakukan *Reliability Analysis* dengan *SPSS ver. 16.0 for Windows*. Nilai Alpha-Cronbach untuk reliabilitas keseluruhan *item* dalam satu variabel akan diamati. Agar memperoleh penjabaran yang lebih teliti, maka kolom *Corrected Item Total Correlation* juga diamati dengan menggunakan SPSS. Nilai tiap-tiap *item* sebaiknya ≥ 0.40 sehingga membuktikan bahwa *item* tersebut dapat dikatakan punya reliabilitas Konsistensi Internal [6]. *Item* yang memiliki koefisien korelasi < 0.40 akan dibuang, kemudian Uji Reliabilitas *item* diulang dengan tidak menyertakan *item* yang tidak reliabel tersebut. Tahapan tersebut terus dilakukan secara terus-menerus hingga Koefisien Reliabilitas masing-masing *item* adalah ≥ 0.40 [2].

3. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kepuasan pelanggan terhadap kualitas pelayanan PT PLN AP Bali Utara. Hal ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana dimensi keandalan, daya tanggap, jaminan, empati dan bukti fisik dapat mempengaruhi tingkat kepuasan pelanggan. Berdasarkan hal tersebut, maka alur pola pikir seperti pada Gambar 1.



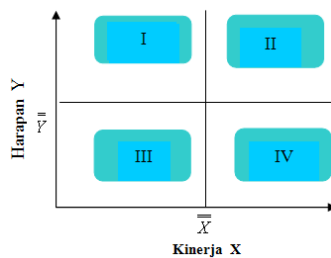
Gambar 1. Diagram alur pola pikir

- Keandalan (*Reliability*), yaitu kemampuan memberikan pelayanan yang dijanjikan dengan segera, akurat, dan memuaskan.
- Daya tanggap (*Responsiveness*), yaitu kesediaan para staf untuk membantu para pelanggan dan memberikan pelayanan yang tepat dan cepat.
- Jaminan (*Assurance*), mencakup pelayanan karyawan yang sopan dan berpengetahuan luas sehingga memberikan rasa percaya serta kesan meyakinkan.
- Empati (*Empathy*), mencakup kepedulian serta perhatian individual kepada para pengguna.
- Bukti Fisik (*Tangibility*), meliputi penampilan fisik, perlengkapan, pegawai, dan sarana komunikasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kepentingan-Kinerja

Dari pengumpulan data melalui kuesioner, akan diperoleh hasil penilaian tingkat kepentingan dan nilai kinerja dari setiap variabel yang diukur dengan menggunakan Diagram Kartesius seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Kartesius

Keterangan:

- Y : Tingkat kepentingan konsumen.
 X : Tingkat kepuasan konsumen atas pelayanan yang diberikan oleh perusahaan.
 $\bar{X}$: Rata-rata tingkat kepuasan konsumen yang diperoleh dari rata-rata hasil perhitungan tingkat kepuasan konsumen.
 $\bar{Y}$: Rata-rata tingkat kepentingan pelanggan yang diperoleh dari rata-rata hasil perhitungan tingkat kepentingan konsumen.
 $\bar{\bar{X}}$: Rata-rata kedua, yang diperoleh dari jumlah rata-rata tingkat kepuasan dibagi dengan jumlah komponen yang berkaitan dengan pelayanan.
 $\bar{\bar{Y}}$: Rata-rata kedua, yang diperoleh dari jumlah rata-rata tingkat kepentingan dibagi dengan jumlah komponen yang berkaitan dengan pelayanan.

Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yang diwakili oleh huruf X dan Y, dimana X merupakan tingkat kinerja (*performace*) PLN AP Bali Utara yang dapat memberikan kepuasan pada pelanggan,

sedangkan Y merupakan tingkat kepentingan pelanggan (*importance*). Perhitungan tingkat keesuaian responden dapat dihitung dengan Persamaan (1).

$$Tki = \frac{X_i}{Y_i} \times 100\% \quad (1)$$

dengan

Tki = tingkat kesesuaian responden

X_i = Skor penilaian kinerja/kepuasan (*performance*) perusahaan

Y_i = Skor kepentingan perusahaan (*importance*)

Sumbu kinerja/kepuasan (X) akan diisi oleh skor tingkat pelaksanaan sedangkan sumbu kepentingan (Y) akan diisi oleh tingkat kepentingan. Skor rata-rata untuk tingkat pelaksanaan maupun tingkat kepentingan dapat dihitung dengan Persamaan (2-3).

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} \quad (3)$$

dengan

X = Skor rata-rata tingkat kinerja/kepuasan

Y = Skor rata-rata tingkat kepentingan

N = Jumlah responden

Diagram Cartesius merupakan suatu bangun yang dibagi menjadi empat bagian yang dibatasi dua buah garis yang berpotongan tegak lurus pada titik-titik $\bar{X}$ dan $\bar{Y}$, dengan $\bar{X}$ merupakan rata-rata dari rata-rata skor tingkat pelaksanaan atau kepuasan pelanggan PLN AP Bali Utara dan $\bar{Y}$ merupakan rata-rata dari rata-rata skor tingkat kepentingan seluruh seluruh faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan. Cara perhitungannya dilakukan dengan menggunakan Persamaan (4-5).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}}{K} \quad (4)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{Y}}{K} \quad (5)$$

dengan

K merupakan banyaknya atribut yang dapat memengaruhi kepuasan pelanggan.

3.2. Analisis Kesenjangan

Analisis kesenjangan yang dilakukan pada penelitian ini dibatasi 5 pengukuran kesenjangan antara jasa yang diterima dengan jasa yang diharapkan, hasil kuesioner yang diterima, kemudian dilakukan analisis dengan menghitung selisih antara skor penilaian kinerja jasa yang diterima dengan diharapkan [5].

Analisis dilakukan dengan menghitung skor *servqual* per dimensi kualitas dan skor *Servqual* dari keseluruhan variabel, selanjutnya juga dihitung tingkat bobot kepentingan relatif dari tiap dimensi kualitas kemudian dipadukan dengan hasil analisis *performance-importance* untuk kepentingan urutan prioritas perbaikan/penanganan kinerja variabel-variabel kualitas layanan PT PLN AP Bali Utara.

Penjelasan mengenai kuadran-kuadran dalam Diagram Kartesius adalah sebagai berikut:

1. Pada kuadran I, harapan pelanggan tinggi tapi kinerja perusahaan rendah. Kuadran ini menunjukkan bahwa pelanggan mempunyai harapan yang sangat tinggi tetapi manajemen belum mampu meningkatkan kinerjanya sehingga pelanggan belum merasa puas.
2. Pada kuadran II, harapan pelanggan tinggi dan kinerja perusahaan juga tinggi. Kuadran ini menunjukkan bahwa pelanggan mempunyai harapan yang tinggi dan kinerja perusahaan juga tinggi sehingga pelanggan merasa puas.
3. Pada kuadran III, harapan pelanggan rendah serta kinerja perusahaan juga rendah. Kuadran ini menunjukkan bahwa pelanggan mempunyai harapan yang rendah, dan kinerja perusahaan juga rendah tetapi pelanggan menganggapnya kurang penting sehingga pelanggan tidak memasalahkan hal tersebut.
4. Pada kuadran IV, harapan pelanggan rendah dan kinerja perusahaan sudah cukup tinggi. Kuadran ini menunjukkan bahwa pelanggan mempunyai harapan yang rendah tetapi perusahaan telah mempunyai kinerja yang tinggi sehingga pelanggan juga menganggap hal tersebut kurang penting sehingga pelanggan tidak memasalahkan.

3.3. Keandalan

Hasil rekapitulasi data berdasarkan survei menunjukkan penilaian tingkat kinerja serta harapan dari dimensi keandalan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata kinerja dan harapan dimensi keandalan

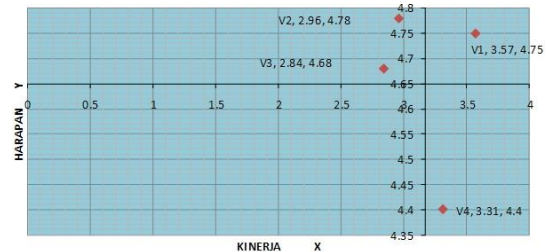
No	Variabel kepuasan pelanggan	Kinerja	Harapan	$\bar{X}$ K/251	$\bar{Y}$ H/251
1	Kualitas aliran listrik	896	1193	3.57	4.75
2	Aliran listrik sering padam	744	1200	2.96	4.78
3	Ada pemberitahuan pemadaman	714	1175	2.84	4.68
4	Pelayanan memuaskan	830	1105	3.31	4.40
Rata-rata keandalan			$\bar{X}$	3.17	$\bar{Y}$ 4.65

Keterangan:

K : Kinerja

H : Harapan

Sementara itu berdasarkan Diagram Kartesius, variabel kepuasan pelanggan pada dimensi keandalan yang meliputi kualitas aliran listrik, tingkat seringnya pemadaman listrik, informasi pemadaman dan tingkat pelayanan konsumen dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Kartesius Dimensi Keandalan

Diagram Kartesius tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Variabel V1 (kualitas aliran listrik) berada dalam kuadran 2.
2. Variabel V2 (aliran listrik sering padam), dan Variabel V3 (ada pemberitahuan pemadaman) berada dalam kuadran 1.
3. Variabel V4 (karyawan memberikan pelayanan memuaskan) berada pada kuadran 4.

Berdasarkan hasil pemetaan dimensi keandalan pada Diagram Kartesius, maka dapat diuraikan beberapa penjelasan sebagai berikut:

1. Variabel V1 menunjukkan kualitas aliran listrik sudah berada pada kuadran 2. Hal ini menandakan variabel kinerja dan harapan pelanggan telah sesuai. Oleh karena itu, variabel ini perlu dipertahankan oleh manajemen.
2. Variabel V2 menunjukkan aliran listrik sering padam, dan variabel V3 menunjukkan pemberitahuan pemadaman berada pada kuadran 1 yang artinya variabel ini menandakan kinerja yang rendah, tetapi harapan pelanggan yang tinggi. Pada variabel ini, manajemen perlu meningkatkan kinerja pelayanan karena pelanggan belum puas. Sehingga dengan adanya peningkatan kinerja pelayanan, variabel ini dapat berpindah dari kuadran 1 ke kuadran 2, dimana pada kuadran ini konsumen merasa puas.
3. Variabel V4 (karyawan memberikan pelayanan yang memuaskan) berada pada kuadran 4 yang artinya variabel ini menandakan perusahaan mempunyai kinerja yang tinggi namun pelanggan memiliki harapan yang rendah. Pada kuadran ini, manajemen perlu mengurangi kinerja pelayanan konsumen, karena pelanggan tidak menuntut kualitas pelayanan yang tinggi.

Sementara itu, tingkat kesesuaian dimensi keandalan terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat kesesuaian dimensi keandalan

No	Variabel kepuasan pelanggan	Kinerja	Harapan	Tingkat kesesuaian
1	Kualitas aliran listrik	896	1193	75.10
2	Aliran listrik sering padam	744	1200	62.00
3	Ada pemberitahuan pemadaman	714	1175	60.76
4	Pelayanan memuaskan	796	1105	72.03
Total		3150	4673	
rata - rata				67.54

Hasil yang terlihat pada Tabel 2 dapat diuraikan sebagai berikut: Persentase tingkat kesesuaian masih redah, yaitu kualitas aliran listrik 75,10%, pelayanan yang memuaskan 72,03%, aliran listrik sering padam 62,00% dan pemberitahuan pemadaman aliran listrik 60,76%. Manajemen PLN AP Bali Utara perlu meningkatkan kualitas pelayanan terhadap konsumen sehingga persentase tingkat kesesuaian PLN AP Bali Utara menjadi semakin besar. Semakin besar persentase tingkat kesesuaian, maka semakin tinggi kualitas pelayanan yang diberikan oleh PT PLN AP Bali Utara terhadap konsumen, sehingga konsumen akan menjadi puas.

3.4. Servqual Per Dimensi

Dimensi daya tanggap, jaminan, empati, serta bukti fisik, memiliki analisis sama seperti yang dijabarkan diatas. Servqual per dimensi akan diperoleh dari hasil pengolahan data kuesioner rata-rata kinerja setiap dimensi dikurangi rata-rata harapan setiap dimensi. Dengan demikian diperoleh hasil berupa skor kesenjangan. Skor kesenjangan hasil perhitungan ditunjukkan secara lengkap pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan skor kesenjangan (skor servqual)

Skor	rata - rata					rata-rata Skor
	K	CT	J	E	BF	
Kinerja	3.17	3.26	3.36	3.34	3.52	3.33
Harapan	4.65	4.58	4.59	4.49	4.50	4.56
Skor Dimensi	-1.48	-1.32	-1.23	-1.15	-0.98	-1.23

Keterangan :

K : Keandalan

CT : Cepat Tanggap

J : Jaminan

E : Empati

BF : Bukti Fisik

Tabel 3 menunjukkan bahwa masih terjadi kesenjangan pada pelayanan PT PLN AP Bali Utara. Dimensi Keandalan sebesar -1,48; dimensi Daya Tanggap sebesar -1,32; dimensi Jaminan sebesar -1,23; dimensi Empati sebesar -1,15; dan dimensi Bukti Fisik sebesar -0,98. Tabel 3 juga menunjukkan masih terdapat selisih yang begitu besar antara kinerja dan harapan. Hal ini mengindikasikan kualitas pelayanan PT PLN AP Bali Utara belum memuaskan pelanggan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap kinerja PT PLN AP Bali Utara pada pelanggan rumah tangga dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terjadi kesenjangan yang cukup besar antara kinerja dan harapan, yaitu keandalan sebesar -1,48; daya tanggap sebesar -1,32; jaminan sebesar -1,23; empati sebesar -1,15; dan bukti fisik sebesar -0,98.
2. Kualitas pelayanan yang memenuhi kepuasan pelanggan dan berada pada kuadran 2 meliputi: aliran listrik sering padam, prosedur pelayanan PT PLN AP Bali Utara tepat waktu, pencatatan Kwh meter, pembayaran rekening listrik sesuai dengan kualitas pelayanan yang diterima, PT PLN AP Bali Utara memberikan kemudahan pelayanan, kenyamanan ruang tunggu, serta karyawan PT PLN AP Bali Utara selalu berpenampilan rapi dan sopan dalam menjalankan tugasnya. Pada kuadran ini manajemen diharapkan mempertahankan kinerja karena pelanggan sudah merasa puas.
3. Analisis menunjukkan manajemen harus meningkatkan kualitas pelayanan yang berada pada kuadran 1 yang meliputi, aliran listrik sering padam, pemberitahuan pemadaman, memberikan informasi mudah dan dapat dimengerti, karyawan selalu ada sesuai dengan kebutuhan pelanggan, antrian dalam pembayaran rekening listrik, perhatian terhadap pelanggan. Peningkatan kinerja perlu dilakukan karena pada kuadran ini pelanggan mempunyai harapan yang tinggi terhadap kualitas pelayanan yang diberikan oleh PT PLN AP Bali Utara namun kinerjanya masih sangat rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT PLN AP Bali Utara yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiono, A. (2014). Analisis kualitas pelayanan konsumen bengkel mobil Susuki Nusantara Jaya Sentosa Soekarno-Hatta Bandung. *E-Journal Graduate Unpar*, 1(1).
- [2] Firdian, E., Surahman & Budianto, P. (2012). Analisis metoda servqual dan six sigma dalam menganalisa kualitas layanan PT PLN persero unit layanan jaringan (UPJ) Dinoyo, Malang, *Journal Pengetahuan dan Rekayasa*, 13.
- [3] Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. & Berry, L. L. (1988). Servqual: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of retailing*, 64(1), 12.
- [4] Mudrajat, K. (2014). *Metoda riset untuk bisnis dan ekonomi*. Jakarta: Erlangga.
- [5] Firliana, R., Kasih, P. & Sulastri, H. S. (2016). Sistem analisis kualitas pelayanan terhadap tingkat kepuasan pelanggan menggunakan metode service (servqual). *Semnasteknomedia Online*, 4(1), 1-4.

APLIKASI PENATAAN PARKIR BASEMENT MOBIL DENGAN POLA PETAK PARKIR 90⁰ MENINGKATKAN KEPUASAN PENGGUNA PARKIR MALL RAMAYANA DENPASAR

I Ketut Sutapa¹, I Made Sudiarsa², I Nengah Darma Susila³

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

³Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

¹ketutsutapa@pnb.ac.id

Abstrak: Mall Ramayana Denpasar sebagai pusat perbelanjaan memiliki fasilitas parkir baik di dalam maupun di luar gedung. Untuk meningkatkan kepuasan pengguna parkir, maka dilakukan pemberlakuan pola petak parkir mobil dengan sudut 90⁰ melalui penerapan teknologi tepat guna dengan pendekatan sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatori. Pengukuran kondisi lingkungan (suhu, kelembaban, kebisingan, intensitas cahaya) dilakukan menggunakan alat environment meter dan anemometer (kecepatan angin). Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan diuji normalitasnya dengan uji *Shapiro-Wilk* dan uji beda dengan *One Way Anova*, sedangkan yang tidak berdistribusi normal menggunakan uji *Wilcoxon* pada tingkat kemaknaan 5%. Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap perbaikan *basement* parkir mobil menunjukkan terjadinya peningkatan terhadap kepuasan ditinjau dari penurunan beban kerja sebesar 17,57%, penurunan penggunaan energi otot sebesar 29,96%, peningkatan kemudahan parkir sebesar 35,79%, peningkatan kenyamanan parkir sebesar 54,63%, dan peningkatan produktivitas parkir sebesar 29,50%.

Kata kunci: : *Parkir Mobil Basement, Petak Parkir 90⁰, Kepuasan Pengguna Parkir, Mall Ramayana.*

Abstract: *Denpasar Ramayana Mall as a shopping center has its own parking facilities inside and outside the building. To improve the satisfaction of user, then the implementaiton of car parking swath pattern at an angle of 90⁰ through the application of appropriate technology with a systemic, holistic, interdisciplinary and participatory approach. The environment condition (temperature, humidity, noise, light intensity) was measured using enviromenmeter and anemometer (wind velocity). Data was analyzed descriptively and tested its normality using Shapiro-Wilk test and differentiation test using One Way Anova, while non normally distributed data was tested using Wilcoxon test at significance level of 5%. The results of research that has been done at repaired basement car parking shows the increases of satisfaction due to decline in the workload of 17.57%, reduction in uses of muscle energy of 29.96%, increase in parking amenity of 35.79%, increased parking comfort of 54.63%, and improve in parking productivity by 29.50%.*

Keywords: *Basement Car Parking, 90⁰ Parking Spot, Parking User Satisfaction, Ramayana Mall.*

I. PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering timbul di kawasan pusat perbelanjaan Kota Denpasar sebagian besar disebabkan oleh permasalahan parkir di pinggir jalan, yang menyebabkan terjadinya kemacetan di sepanjang ruas jalan menuju pasar. Kemacetan yang terjadi pada pusat-pusat kegiatan seperti pasar tidak hanya karena banyaknya jumlah kendaraan dan parkir di tepi jalan, tetapi juga faktor ketersediaan lahan parkir dan perilaku dari pengunjung selaku pengguna parkir. Permasalahan parkir ini merupakan akibat dari keterbatasan ruang parkir dan perilaku pengguna parkir yang belum sepenuhnya sadar akan pentingnya ketertiban. Upaya mengatasi masalah ini menjadi relatif sulit karena adanya berbagai kendala, seperti belum teridentifikasinya kapasitas parkir, tingkat pelayanan jalan, perilaku pengguna parkir dan belum tersedianya panduan untuk penataan parkir di Kota Denpasar.

Mall Ramayana Denpasar yang letaknya sangat strategis dan merupakan pusat perbelanjaan dengan konsep *one stop shopping* artinya setiap yang datang berbelanja bisa sekaligus memenuhi kebutuhan pangan, sandang dan hiburan. Hal ini tentunya akan

memiliki daya tarik tersendiri dan secara tidak langsung akan meningkatkan kepuasan bagi pengguna parkir dalam menggunakan fasilitas parkir. Fasilitas parkir yang tersedia dan kualitas kenyamanan di tempat parkir menjadi ukuran kepuasan bagi pengguna parkir yang menggunakan fasilitas tempat parkir. Pada penelitian pendahuluan terhadap kepuasan pengguna parkir sebagai pengguna parkir mobil di *basement Mall Ramayana Denpasar* terdapat permasalahan mendasar, seperti: (a) parkir kendaraan yang tidak teratur; (b) kesulitan mendapatkan tempat parkir pada jam-jam sibuk; (c) pelayanan petugas parkir yang kurang memuaskan; dan (d) kurangnya jaminan keamanan kendaraan.

Sementara itu, hasil studi pendahuluan terhadap kondisi lingkungan menunjukkan bahwa rerata kelembaban udara relatif di parkir *basement* dengan lima kali pengukuran adalah sebesar 51,25%. Dilihat dari nilai kelembaban relatif, kondisi mikrolimat di parkir gedung masih di bawah nilai ambang batas (angka yang dipersyaratkan 65-95%). Rerata kadar debu di parkir sebesar 265,15 µg/m³, melebihi baku mutu yang disyaratkan sebesar 230 µg/m³. Kondisi lingkungan yang kurang nyaman

tersebut menyebabkan para pengguna parkir merasa kurang nyaman.

Permasalahan tersebut di atas diyakini dapat mengurangi kepuasan pengguna parkir sebagai pengguna parkir. Dengan demikian perlu dilakukan perbaikan terhadap kondisi tempat parkir *basement* agar pengguna parkir dalam melakukan kegiatan parkir dapat lebih nyaman, sehingga dapat meningkatkan kepuasannya. Perbaikan kondisi tempat parkir dalam proses penataan fasilitas penyediaan parkir dapat dilakukan dengan pendekatan ergonomi melalui penerapan teknologi tepat guna dengan menerapkan pendekatan secara sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatori (SHIP). Pendekatan ergonomi bertujuan untuk memperbaiki kondisi tempat parkir yang dilakukan secara bersama-sama mulai dari pengelola parkir, pemilik pusat perbelanjaan, pengguna parkir, orang yang secara teknik mengerti dengan permasalahan, sehingga dalam pemecahan masalah dapat dikaji mulai dari akar masalah yang ada dan dikaitkan dengan masalah yang lain pada proses penataan fasilitas penyediaan parkir. Teknologi yang digunakan benar-benar dapat memenuhi aspek teknis, ekonomis, ergonomis, hemat energi, sosial budaya, ramah lingkungan, sesuai dengan *trend*. Adapun aspek yang akan diperbaiki dimulai dari fasilitas penyediaan ruang parkir di bagian *basement*.

Upaya perbaikan ini merupakan suatu proses intervensi ergonomi secara menyeluruh dari berbagai aspek sehingga menghasilkan intervensi terbaik dengan dampak seminimal mungkin. Dalam perancangan yang ergonomis unsur manusia yang nantinya sebagai pengguna tentu akan menjadi acuan sehingga harus memperhitungkan ruang gerak dan sikap yang alamiah [1]. Dari perbaikan kondisi tempat parkir yang dilakukan diharapkan dapat meningkatkan kepuasan bagi pengguna parkir.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu adanya penelitian tentang penataan parkir *basement* mobil berbasis ergonomi di *Mall Ramayana Denpasar*, sehingga dapat diketahui tingkat kepuasan pengguna parkir *basement* mobil dengan petak sudut parkir 90° di *Mall Ramayana Denpasar* dilihat dari: 1) penurunan beban kerja parkir; 2) penurunan penggunaan energi otot; 3) peningkatan kemudahan parkir; 4) peningkatan kenyamanan parkir; dan 5) peningkatan produktivitas parkir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi dan Penerapannya

Ergonomi merupakan cabang ilmu yang menekankan pada hubungan optimal antara pekerja dengan lingkungan kerjanya, antara pelaku dengan lingkungan tempat seseorang tinggal [2]. Ergonomi adalah bidang ilmu yang bersifat antar disiplin yang mempelajari hubungan manusia dengan lingkungannya [3]. Ergonomi mempelajari pengetahuan - pengetahuan dari berbagai bidang ilmu

antara lain: ilmu kedokteran, biologi, ilmu psikologi, teknik, seni, sosiologi dan lain-lain [4].

2.2. Penerapan Pendekatan Ergonomi Total Parkir Basement Mobil

Pendekatan ergonomi total dimulai dari proses identifikasi masalah yang terdiri dari 8 aspek ergonomi yaitu : (a) gizi atau nutrisi; (b) pemanfaatan tenaga otot; (c) sikap kerja; (d) kondisi lingkungan; (e) kondisi waktu; (f) kondisi sosial budaya; (g) kondisi informasi; (h) dan interaksi antara manusia dengan mesin [5]. Dari permasalahan yang telah teridentifikasi selanjutnya dilakukan suatu intervensi pendekatan ergonomi total yang terdiri dari pendekatan SHIP dan penerapan teknologi tepat guna [6]. Dalam pendekatan ergonomi dilakukan pendekatan secara sistematis, holistik, interdisipliner dan partisipatori [7]. Disamping itu teknologi yang digunakan dalam intervensi ergonomi tersebut adalah teknologi yang mempunyai kearifan lokal, dikaji secara komprehensif, sehingga layak secara teknis, ekonomis, ergonomis, sosial budaya, dan ramah lingkungan [8].

Dalam pendekatan SHIP semua masalah yang ada dalam pada *basement* parkir mobil dipecahkan melalui pendekatan sistem, dikaji secara holistik dan melalui lintas disiplin ilmu serta menggunakan pendekatan partisipatori dengan maksud agar semua komponen dalam sistem dapat terlibat mulai tahap perencanaan, pelaksanaan dan tahap evaluasi sehingga mereka akan mengetahui keberhasilan dan kegagalan dan secara bersama-sama mencari pemecahan [4]. Sedangkan penerapan teknologi tepat guna harus dikaji dan didiskusikan dan dirumuskan melalui pendekatan SHIP [9].

2.3. Kepuasan Pengguna

Kepuasan berasal dari bahasa latin “statis”, yang berarti cukup dan sesuatu yang memuaskan akan secara pasti memenuhi harapan, kebutuhan, atau keinginan, dan tidak menimbulkan keluhan. Disamping itu kepuasan merupakan respon sikap individu terhadap penilaian yang didasarkan pada kognitif dan dipengaruhi oleh emosi [10]. Kepuasan merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan [11]. Selanjutnya Kotler mengemukakan bahwa kepuasan adalah perasaan senang atau kecewa seseorang yang disebabkan oleh kinerja atau hasil suatu produk yang dirasakan, dibandingkan dengan harapannya [12].

2.4. Beban Kerja

Dalam menghadapi dan mengerjakan suatu pekerjaan, pekerja akan dihadapkan dengan keadaan beban kerja yang berlebihan, beban kerja yang kurang dan beban kerja yang optimal. Menurut Adiputra (1998) bahwa beban kerja (*work load*) dapat dibedakan menjadi dua kelompok sebagai berikut [13].

1. *External load (stressor)* yaitu beban kerja yang berasal dari pekerjaan yang sedang dilakukan, mempunyai ciri khusus berlaku untuk semua orang.
2. *Internal load* adalah beban kerja berasal dari dalam tubuh pekerja yang berkaitan erat dengan adanya harapan, keinginan, kepuasan, tabu dan lain-lain.

Pengukuran denyut nadi dengan metode Palpasi $10 \times$ denyut, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$DN = \frac{10 \times \text{denyut}}{WP} \times 60 \quad (1)$$

dengan:

DN = Denyut nadi (denyut/menit).

WP = Waktu pengukuran (detik).

Untuk mengukur kategori beban kerja subyek dengan menghitung denyut nadi per menit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori beban kerja berdasarkan penghitungan denyut nadi kerja [14]

No.	Beban Kerja	Denyut Nadi per menit
1	Sangat ringan	90 – 70
2	Ringan	75 – 100
3	Sedang	100 – 125
4	Berat	125 – 150
5	Sangat berat	150 – 175
6	Luar biasa beratnya	di atas 175

2.5. Kemudahan Parkir

Beberapa parameter yang dijadikan ukuran kemudahan memarkir kendaraan adalah: (1) ruang parkir *basement*. Pertanyaan ini memiliki implikasi langsung terhadap kemudahan memarkir kendaraan. Jika jawabannya sangat setuju maka dapat dikatakan bahwa kondisi ruang parkir *basement* memiliki tingkat kemudahan yang baik; (2) petak parkir. Umumnya ketersediaan petak parkir sangat menentukan kemudahan memarkir kendaraan. Semakin lengkap dan komunikatif petak parkir maka semakin baik tingkat kemudahan memarkir kendaraan; (3) lebar petak parkir. Lebar petak parkir sangat menentukan kemudahan memarkir kendaraan; (4) besar sudut petak parkir. Besar sudut petak parkir sangat mempengaruhi kemudahan dalam merakir kendaraan; (5) rambu parkir. Rambu parkir memudahkan dalam mencari tempat untuk memarkir kendaraan; (6) pola petak parkir. Pola petak parkir akan mempengaruhi

posisi kendaraan parkir; (7) arah sirkulasi parkir. Arah sirkulasi parkir sangat menentukan dalam memarkir kendaraan; (8) Lebar lintasan sirkulasi parkir. Lebar lintasan sirkulasi parkir memudahkan dalam mencari tempat untuk memarkir kendaraan.

2.6. Kenyamanan Parkir

Tingkat kenyamanan obyektif yang baik pada rumah berdasarkan suhu udara adalah 24°C - 28°C [14-15]. Kelembaban relatif (*relative humidity* – RH) 80% pada suhu 18°C , RH 70% pada suhu 19°C , RH 90% pada suhu 20°C , RH 50% pada suhu $20,5^{\circ}\text{C}$ dan RH 30% pada suhu 21°C . Tingkat kenyamanan objektif yang baik berdasarkan gerakan udara tidak boleh lebih dari $0,2 \text{ m/dt}$.

2.7. Penggunaan Energi Otot

Berdasarkan denyut nadi, penggunaan energi selama melakukan aktivitas dihitung berdasarkan nilai denyut nadi yang kemudian di konversikan dalam kkal energi yang dikeluarkan [15]. Perhitungan penggunaan energi dapat didekati dengan persamaan:

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4}X^2 \quad (2)$$

dengan penggunaan energi sebelum kerja (Y_1) :

$$Y_1 = 1,80411 - 0,0229038X_1 + 4,71733 \times 10^{-4}X_1^2 \quad (3)$$

dan penggunaan energi setelah kerja (Y_2) :

$$Y_2 = 1,80411 - 0,0229038X_1 + 4,71733 \times 10^{-4}X_2^2 \quad (4)$$

dengan

Y_1 = penggunaan energi sebelum kerja (kkal/min)

Y_2 = penggunaan energi sebelum kerja (kkal/min)

X_1 = denyut nadi sebelum kerja (denyut/min)

X_2 = denyut nadi setelah kerja (denyut/min)

Dengan demikian persamaan penggunaan energi untuk melakukan kegiatan memarkir kendaraan adalah:

$$Y = Y_2 - Y_1 \text{ (kkal/min)} \quad (5)$$

2.8. Produktivitas

Salah satu pendekatan yang bisa dilakukan dalam upaya peningkatan produktivitas adalah dengan memanfaatkan konsep ergonomi sedini mungkin dan seoptimal mungkin dalam menjalankan perusahaan, dengan kata lain ergonomi harus *built up* di dalam proses manajemen. Dengan ergonomi sebenarnya dituju adanya efektivitas dan efisiensi dari kondisi dan lingkungan kerja melalui *do the right thing* dan *do the thing right*. Kalau ini bisa dilakukan jelas akan memperoleh produktivitas yang setinggi - tingginya. Perbaikan kondisi kerja dapat meningkatkan produktivitas sebesar 20-25%. Disini produktivitas

hanya merupakan fungsi dari hasil produksi, beban kerja dan waktu proses produksi.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan rancangan sama subyek (*Treatment by Subject Design*). Variabel dalam penelitian ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Variabel bebas pada penelitian ini yakni: *Basement* parkir mobil kondisi biasa dan *Basement* parkir mobil berbasis ergonomi dengan berbagai pola sudut petak parkir 90^0 .
2. Variabel tergantung yakni: kepuasan pengguna parkir dilihat dari : a) beban kerja; b) kemudahan parkir; c) kenyamanan parkir; d) penggunaan energi otot; e) produktivitas parkir.
3. Variabel kontrol yakni: umur, jenis kelamin, pengalaman kerja, tingkat pendidikan dan kesehatan.

Untuk lebih terfokusnya penelitian, maka perlu dijabarkan operasional variabel adalah sebagai berikut:

1. *Basement* parkir mobil kondisi biasa adalah kondisi *basement* parkir mobil *existing* disebut kondisi *basement* parkir mobil (Periode 0).
2. *Basement* parkir mobil berbasis ergonomi (Periode I) ialah *basement* parkir yang diintervensi dengan pendekatan sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipasi, serta memilih perbaikan dengan pertimbangan aspek teknik, ekonomis, sosial budaya, hemat energi dan tidak merusak lingkungan.

Penataan *basement* parkir meliputi:
a) Perbaikan tempat penitipan helm; b) Perbaikan rambu parkir; c) perbaikan marka parkir; d) Perbaikan lampu penerangan; e) Penataan *basement* parkir dengan berbagai pola sudut petak parkir 90^0 .

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji beda (*Post Hoc*) menyatakan bahwa ada perbedaan yang bermakna antara beban kerja Periode 0-I, ($p < 0,05$). Pengukuran beban kerja rerata Periode 0 sebesar $25,08 \pm 5,15$ denyut/min, Periode I sebesar $20,03 \pm 5,13$ denyut/min. Penurunan beban kerja pengguna parkir Periode Periode 0-I sebesar 17,57%. Menurut Grandjean (1988), kategori beban kerja pengguna parkir *basement* termasuk kategori sedang [14]. Penurunan beban kerja merupakan pengaruh dari perbaikan kondisi parkir yang mengakibatkan terjadinya perubahan terhadap mikroklimat di tempat kerja. Perubahan ini meliputi penurunan kelembaban, kecepatan angin, kebisingan dan peningkatan penerangan yang terjadi di tempat parkir *basement*.

Hasil uji beda (*Post Hoc*) menyatakan bahwa ada perbedaan yang bermakna antara penggunaan energi otot Periode 0-I ($p < 0,05$). Perhitungan

penggunaan energi otot rerata Periode 0 sebesar $1,46 \pm 0,25$ kkal/min. Periode I sebesar $1,35 \pm 0,26$ kkal/min. Penurunan penggunaan energi otot pengguna parkir Periode 0-I sebesar 29,96%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, pada *basement* parkir mobil terutama perubahan perbaikan penitipan helm, perbaikan rambu, perbaikan lampu penerangan, dapat menurunkan penggunaan energi otot yang paling optimal sebesar 29,96% pada periode 0-I. Penurunan penggunaan energi otot yang terjadi tentu dapat memberikan dampak positif terhadap kesehatan pengguna parkir sebagai pengguna parkir.

Hasil uji beda (*Wilcoxon*) menyatakan bahwa ada perbedaan yang bermakna antara kemudahan parkir Periode 0-I ($p < 0,05$). Hasil pengujian menghasilkan Periode 0 sebesar $15,86 \pm 1,31$, Periode IV sebesar $20,14 \pm 3,68$. Peningkatan kepuasan pengguna parkir terhadap kemudahan parkir, yaitu: Periode I-IV sebesar 35,79%. Hasil uji beda (*Wilcoxon*) menyatakan bahwa ada perbedaan yang bermakna antara kenyamanan parkir Periode 0-I ($p < 0,05$). Hasil pengujian menghasilkan Periode 0 sebesar $29,13 \pm 6,02$, Periode IV sebesar $40,87 \pm 2,68$. Peningkatan kepuasan pengguna parkir terhadap kenyamanan parkir, yaitu: Periode 0-I sebesar 54,63%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, parkir *basement* mobil terutama perubahan perbaikan penitipan helm, perbaikan rambu, perbaikan lampu penerangan, meningkatkan kepuasan dilihat dari kemudahan parkir yang paling optimal sebesar 64,63% pada periode 0-I. Peningkatan kemudahan dan kenyamanan memarkir kendaraan yang terjadi tentu dapat memberikan dampak positif terhadap kepuasan pengguna parkir sebagai pengguna parkir.

Hasil uji beda (*Post Hoc*) menyatakan bahwa ada perbedaan yang bermakna produktivitas Periode Periode 0-I ($p < 0,05$). Perhitungan produktivitas subyektif parkir rerata Periode 0 sebesar $1,19 \pm 0,09$ skor/denyut dan Periode I sebesar $1,88 \pm 0,24$ skor/denyut. Peningkatan produktivitas parkir, yaitu: Periode 0-I sebesar 29,50%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, pada parkir *basement* mobil terutama perubahan perbaikan penitipan helm, perbaikan rambu, perbaikan lampu penerangan, dapat meningkatkan produktivitas parkir yang paling optimal sebesar 29,50% pada periode 0-I. Peningkatan produktivitas parkir yang terjadi tentu dapat memberikan dampak positif terhadap kepuasan pengguna parkir sebagai pengguna parkir.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Aplikasi penataan parkir *basement* mobil dengan petak sudut parkir 90^0 dapat meningkatkan kepuasan pengguna parkir dilihat

- dari penurunan beban kerja parkir di Mall Ramayana Denpasar sebesar 17,57%.
2. Aplikasi penataan parkir *basement* mobil dengan petak sudut parkir 90⁰ dapat meningkatkan kepuasan pengguna parkir dilihat dari penurunan penggunaan energi otot di Mall Ramayana Denpasar sebesar 29,96%.
 3. Aplikasi penataan parkir *basement* mobil dengan petak sudut parkir 90⁰ dapat meningkatkan kepuasan pengguna parkir dilihat dari peningkatan kemudahan parkir di Mall Ramayana Denpasar sebesar 35,79%.
 4. Aplikasi penataan parkir *basement* mobil dengan petak sudut parkir 90⁰ dapat meningkatkan kepuasan pengguna parkir dilihat dari peningkatan kenyamanan parkir di Mall Ramayana Denpasar sebesar 54,63%.
 5. Aplikasi penataan parkir *basement* parkir mobil dengan petak sudut parkir 90⁰ dengan petak sudut parkir 90⁰ dapat meningkatkan kepuasan pengguna parkir dilihat dari peningkatan produktivitas parkir di Mall Ramayana Denpasar sebesar 29,50%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Manajemen Mall Ramayana Denpasar atas ijin yang diberikan untuk melakukan penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pengelola Jurnal Matrix atas diterbitkannya paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lehto, M. R. & Landry, S. J. (2012). *Introduction to human factors and ergonomics for engineers*. Boca Raton: CRC Press.
- [2] Tayyari, F. & Smith, J. L. (1997). *Occupational ergonomics: principles and applications*. London: Chapman & Hall.
- [3] Panero, J. & Zelnik, M. (2014). *Human dimension and interior space: a source book of design reference standards*. New York: Watson-Guption.
- [4] Manuaba, I. B. A. (2005). Total ergonomics enhancing productivity, product quality and customer satisfaction. *Indonesian Journal of Ergonomics*, 6, 1-6.
- [5] Manuaba, A. (2003). Holistic design is a must to attain sustainable product. *National Seminar on Product Design and Development, Industrial Engineering UK Maranata*, 4-5.
- [6] Manuaba, A. (2005). Total ergonomi di semua sistem kerja mutlak perlu demi tercapainya sistem kerja yang manusiawi dan mutu produk yang mampu bersaing. *Proceedings Kongres BKSTI dan Seminar Nasional Teknik Industri IV Palembang*, 24-25.
- [7] Manuaba, A. (2005). *Total ergonomics "SHIP" approach is a must in deep sea exploration and exploitation*. Denpasar: Departemen of Physiology. School of Medicine. University of Udayana.
- [8] Manuaba, A. (2003). Aplikasi ergonomi dengan pendekatan holistik perlu, demi hasil yang lebih lestari dan mampu bersaing. *Makalah Temu Ilmiah dan Musyawarah Nasional Keselamatan dan Kesehatan Kerja Ergonomi*.
- [9] Manuaba, A. (2005). Pendekatan holistik dalam aplikasi ergonomi. *Sosial & Humaniora*, 1(1), 1-13.
- [10] Gasperz, V. (2003). *Total quality management*. Jakarta: Gramedia.
- [11] Tjiptono, F. (2015). *Strategi pemasaran*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [12] Kotler. (2000). *Manajemen pemasaran; Analisis, perencanaan, implementasi dan kontrol*. Jakarta: PT Prehallindo.
- [13] Adiputra, N. (2003). Kapasitas kerja fisik orang bali. *Majalah Kedokteran Udayana (Udayana Medical Journal)*, 34(120), 108-110.
- [14] Grandjean, E. (1989). *Fitting the task to the man: a textbook of occupational ergonomics*. London: Taylor & Francis / Hemisphere.
- [15] Yuliani, E.N. (2010). *Persamaan ongkos metabolik pekerja industri*. Bandung: Teknik Industri ITB (tesis).

PERFORMA PEMANGGIL ANTRIAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA328

I Nyoman Sukarma¹, I Nyoman Mudiana², Septian Udayana³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

¹sukarma@pnb.ac.id

Abstrak: Pada kantor atau instansi pelayanan publik, banyak masyarakat yang berkunjung dan menunggu giliran melakukan pembayaran atau transaksi lainnya. Petugas pada instansi tersebut memerlukan sistem pemanggil antrian elektronik untuk menjaga agar antrian berlangsung tertib dan aman. Untuk keperluan ini, peneliti melakukan perancangan dan pembuatan sistem pemanggil antrian elektronik dimana petugas dapat memanggil nomor urut antrian dengan hanya menekan tombol. Sistem pemanggil antrian ini dilengkapi dengan display LED dan *speaker*. Pada display LED akan muncul angka sesuai dengan hitungan nomor saat itu dan pada *speaker* akan terdengar nomor antrian. Sistem antrian elektronik ini dirancang menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang dilengkapi mp3 *decoder* dengan fungsi untuk membaca format file mp3 serta *speaker* guna memanggil para pengantri sesuai dengan nomor urut pada display LED. Dari hasil pengujian, sistem pemanggil antrian ini dapat bekerja dengan baik hingga nomor antrian 999.

Kata kunci: Mikrokontroler, Pemanggil Antrian, ATmega328.

Abstract: At the office or public service agencies, many people visit and wait for their turn to make payments or other transactions. Officers at these agencies require an electronic queueing line call system to keep the queue orderly and secure. For this purpose, we design and implement an electronic queue calling system where the officer can call the queue sequence number by simply pressing the button. This queue caller system is equipped with LED display and speaker. At LED display will appear the number corresponds to queue number and at speaker will hear the queue number. This electronic queueing line call system is designed using ATmega328 microcontroller equipped with mp3 decoder which function to read mp3 file formats and speaker to call the queue in accordance with the serial number at LED display. From the test results, this queue caller system can work well until queue number of 999.

Keywords: Microcontroller, Queue Caller, ATmega328.

I. PENDAHULUAN

Saat ini keberadaan kantor-kantor pemerintah yang bertugas dalam hal pelayanan masyarakat sudah semakin banyak di daerah. Beberapa contoh kantor lembaga pemerintah maupun swasta yang melakukan pelayanan publik/masyarakat adalah rumah sakit, bank, kantor pajak, kantor catatan sipil, dan sebagainya. Pada kantor/instansi pelayanan masyarakat ini, tentu akan banyak masyarakat yang akan datang mengantri untuk menunggu giliran melakukan pembayaran atau transaksi lainnya. Karena banyaknya masyarakat yang datang dengan kepentingan yang sama, maka diperlukan suatu pengaturan yang dilakukan oleh kantor/instansi bersangkutan agar dapat berjalan dengan tertib dan aman. Untuk ini perlu diterapkannya sebuah sistem antrian yang dapat mengatur urutan pelayanan kepada masyarakat yang datang.

Seiring dengan berkembangnya teknologi mikrokontroler elektronika, banyak kemudahan yang bisa didapatkan dengan menerapkan sistem mikrokontroler dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah penerapan mikrokontroler pada mesin antrian [1]. Dengan menggunakan mikrokontroler sebagai mesin pemanggil antrian tentu saja akan sangat membantu mengatasi masalah antrian yang tidak teratur. Terlebih lagi sistem antrian dengan menggunakan mikrokontroler lebih hemat biaya dibandingkan dengan sistem antrian menggunakan

komputer. Pada petugas tidak perlu repot lagi memanggil pengunjung satu persatu karena tugas tersebut sudah dapat digantikan oleh sistem mesin antrian menggunakan mikrokontroler.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membuat sistem pemanggil antrian menggunakan mikrokontroler ATmega328. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat sistem pemanggil antrian menggunakan mikrokontroler ATmega328.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mencari referensi melalui media cetak maupun elektronik dan *data sheet* dari masing-masing komponen yang akan digunakan. Dalam penelitian ini perlu diketahui bagaimana membuat program mikrokontroler ATmega328 dan juga bagaimana rancang bangun sistem pemanggil antrian menggunakan mikrokontroler ATmega328 [2-7]. Dari beberapa masalah di atas, maka perlu referensi yang digunakan sebagai penunjang penelitian ini hingga selesai.

2.2. Perancangan

Perancangan dimulai dari pembuatan blok diagram, kemudian diagram alir (*flow chart*), dilanjutkan dengan pemeriksaan komponen,

pemasangan komponen, penyolderan dan pembuatan program [8].

2.3. Pembuatan alat

Pembuatan yaitu proses pembuatan alat yang pertama dilakukan adalah pemilihan komponen yang sudah diuji terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan PCB [8].

2.4. Perancangan perangkat lunak

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler dalam penelitian ini adalah Arduino IDE [2]. Dengan *software* tersebut dapat dilakukan proses penketikan kode, kompilasi kode menjadi file berekstensi *hex* hingga melakukan proses pengunggahan program melalui jalur komunikasi serial dari USB to TTL atau menggunakan sebuah *downloader* seperti USBASP [9].

Pada tampilan program arduino IDE, *coding* untuk mikrokontroler dapat diketik pada kolom *coding* menggunakan aturan bahasa C arduino. Pembuatan program untuk mikrokontroler menggunakan Arduino ini dapat dibantu dengan menggunakan *library* yang sudah disiapkan oleh pihak pengembang Arduino maupun pihak di luar pengembang Arduino. Penggunaan *library* pada pemrograman Arduino sangat membantu dalam hal penyederhanaan coding serta mempermudah dalam pembuatan sistem yang cukup rumit [2].

Sebelum program diunggah ke mikrokontroler, perlu dilakukan proses *compile*. Proses *compile* yaitu sebuah proses pemeriksaan program yang ditulis, apakah sudah memenuhi syarat dan ketentuan dasar dari pemrograman Arduino atau tidak. Jika sudah sesuai, maka langsung dilakukan kompilasi *file header* dan *file* inti program sehingga dihasilkan sebuah *file* berekstensi *hex* yang nantinya akan diunggah ke mikrokontroler. Pengisian program dari *software* Arduino ke mikrokontroler yang sudah terhubung dengan USB to TTL ataupun USBASP dapat dilakukan dengan:

1. Pilih menu *File, Upload Using Programmer* untuk mengunggah program menggunakan USBASP.
2. Pilih menu *File, Upload*, atau langsung klik tombol *upload* untuk mengunggah program menggunakan USB to TTL.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan teknik no. 2 yaitu dengan menggunakan USB to TTL dengan jenis CP2102 sebagai alat untuk mengunggah program ke mikrokontroler. Sebelum dapat menggunakan USB to TTL pada komputer, perlu dilakukannya instalasi *driver* USB to TTL. Untuk mengetahui apakah *driver* telah terpasang pada komputer, maka dapat dilakukan dengan cara memeriksa di bagian *device manager* pada komputer yang digunakan bersamaan dengan USB to TTL dihubungkan ke komputer. Pada form *device manager* akan nampak bahwa perangkat yang belum terpasang

driver mendapatkan tanda segitiga bertanda seru. Sedangkan jika *driver* sudah terpasang, maka akan nampak tulisan *Silicon Labs CP210X* pada *device manager*.

2.5. Pengujian alat

Metode ini merupakan metode pengujian pada masing-masing blok diagram dari sistem serta pengujian sistem secara keseluruhan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap setiap perangkat keras yang telah dibuat. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana perangkat keras yang telah dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Jika hasil pengujian per blok telah memenuhi harapan, maka dapat dilanjutkan dengan menggabungkan blok-blok yang ada, sehingga pemanggil antrian menggunakan mikrokontroler ATmega328 ini berfungsi sesuai harapan. Adapun perangkat keras yang diuji adalah :

1. Pengujian minimum sistem
2. Pengujian rangkaian dekoder
3. Pengujian rangkaian mikro SD
4. Pengujian rangkaian display
5. Pengujian rangkaian tombol
6. Pengujian perangkat keras secara keseluruhan

3.1. Sistem Minimum

Pengujian pada blok minimum sistem mikrokontroler dapat dilakukan dengan cara mencoba mengisi IC mikrokontroler dengan program sederhana seperti LED *blink* dan memastikan bahwa saat dinyalakan LED akan berkedip sesuai dengan yang diperintahkan pada program. Pengujian dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

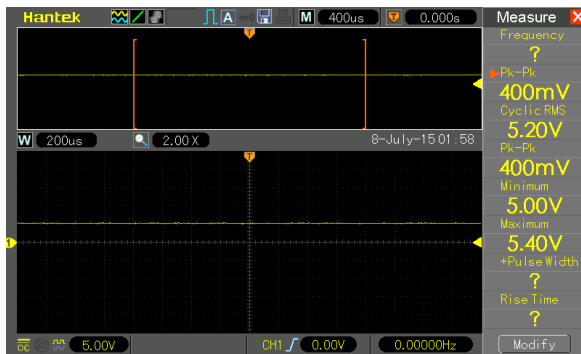
1. Menyiapkan sumber tegangan berupa catu daya 5 Volt DC.
2. Menyiapkan AVO meter dan oscilloscope.
3. Melakukan pengukuran pada *pin* VCC mikrokontroler dan juga *pin* output mikrokontroler.
4. Melakukan proses unggahan program LED *blink* dan kembali melakukan pengukuran tegangan

Tabel 1. Data pengujian minimum sSistem

VCC (V)	<i>Pin</i> 13 tanpa program (V)	<i>Pin</i> 13 dengan program (V)	Frekuensi tanpa program	Frekuensi dengan program
5,2	0,4	2,5	0 Hz	10 Hz

Dalam Tabel 1 dapat dilihat tegangan yang terukur pada *pin* VCC mikrokontroler sebesar 5,2 Volt dan pada *pin* 13 yaitu kaki 19 pada mikrokontroler ATmega328, terukur tegangan sebesar 0,4 Volt sebelum program LED diunggah ke mikrokontroler. Setelah dilakukan pengunggahan program LED

berkedip, terukur tegangan sebesar 2,5 Volt dengan frekuensi terukur sebesar 10Hz.

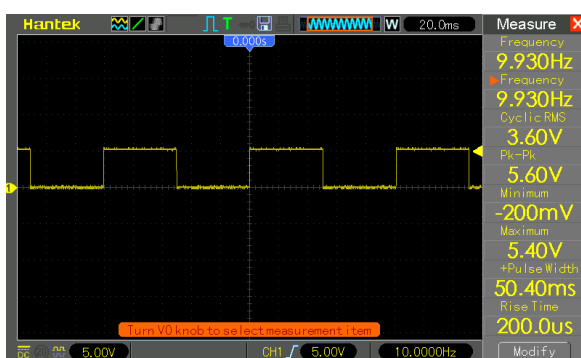


Gambar 1. Pengukuran sinyal keluaran *pin* 13 tanpa program

Pada program mikrokontroler, proses LED *blink* atau LED berkedip pada *pin* 13 dilakukan dengan memberikan jeda waktu selama 50ms antara waktu kondisi LED menyala ke kondisi LED padam. Sehingga total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali *loop* program adalah sebesar 100ms. Berdasarkan waktu yang diperlukan untuk satu kali kedipan cahaya LED, dapat dihitung frekuensi kedipan LED dengan persamaan berikut [10].

$$F = \frac{n}{t} \quad (1)$$

Dengan melakukan perhitungan menggunakan Persamaan (1) diperoleh nilai frekuensi sebesar 10Hz. Setelah itu dilakukan pengukuran dengan menggunakan oscilloscope untuk mengetahui bentuk gelombang serta frekuensi yang dihasilkan dari program LED berkedip tersebut.



Gambar 2. Pengukuran sinyal keluaran *pin* 13 setelah pengunggahan program

Gambar 2 menunjukkan bentuk gelombang yang dihasilkan oleh keluaran *pin* 13 setelah program LED berkedip diunggah pada mikrokontroler. Pada gambar

tersebut frekuensi yang terukur dari keluaran mikrokontroler terbaca sebesar 10Hz dengan tegangan *peak to peak* sebesar 5,6 Volt. Hasil pengukuran frekuensi menggunakan oscilloscope sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan data sesuai dengan program yang diunggah pada mikrokontroler. Hal ini menandakan bahwa mikrokontroler bekerja sesuai dengan fungsinya dan juga bekerja dengan normal.

3.2. Rangkaian Decoder

Pengujian dalam mp3 *decoder* dapat dilakukan dengan memanggil file mp3 pada *memory card* melalui perintah yang sudah dituliskan pada mikrokontroler seperti :

```
musicPlayer.playFullFile("track001.mp3");
```

yang artinya mikrokontroler akan memutar *file* mp3 dengan nama *file* track001.mp3 secara penuh hingga selesai. Dengan mengunggah program untuk menguji rangkaian mp3 *decoder*, maka *file* mp3 dengan nama *file* track001.mp3 dan track002.mp3 akan diputar secara bergantian yang diperintahkan oleh rangkaian minimum sistem mikrokontroler.

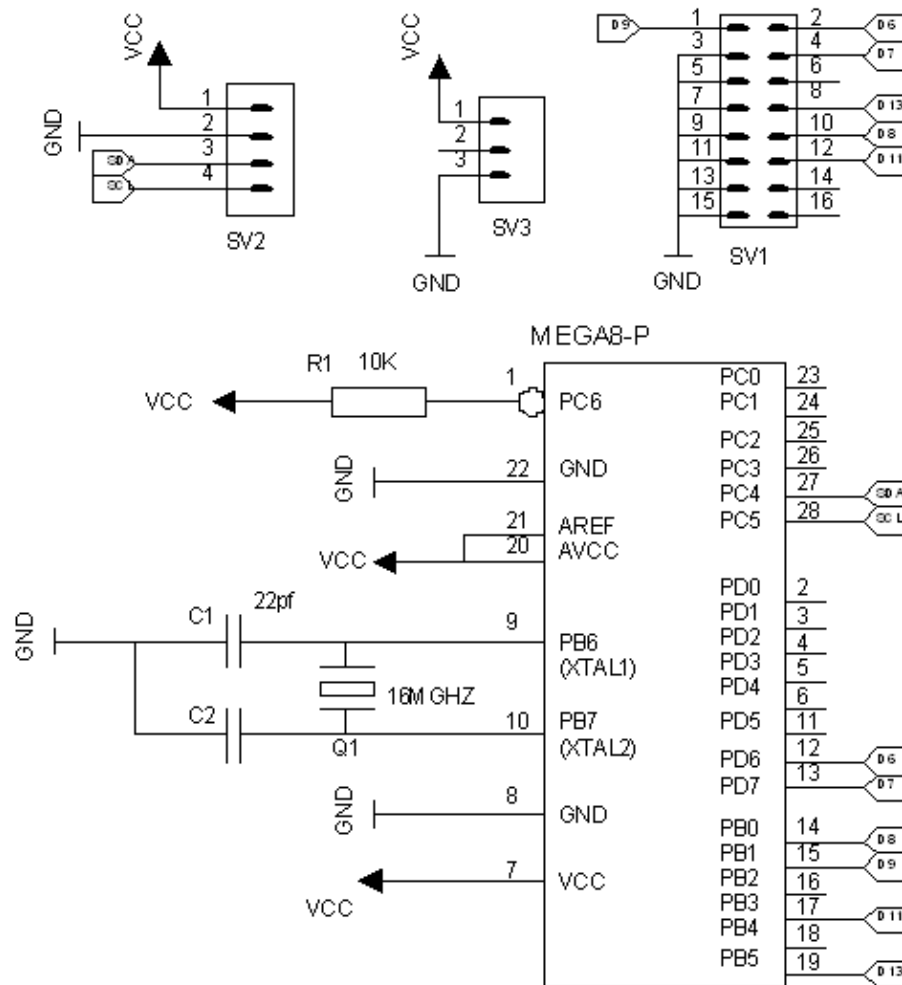
Setelah melakukan pengujian, suara yang keluar dari *speaker* yang terpasang ke rangkaian mp3 *decoder* telah sesuai dengan *file* musik yang di masukkan ke dalam *memory micro* SD yang artinya rangkaian ini sudah bekerja dengan baik sehingga dapat memutar *file* mp3 sesuai dengan yang diperintahkan mikrokontroler.

3.3. Rangkaian Micro SD

Pengujian rangkaian *micro* SD dilakukan bersamaan dengan pengujian rangkaian mp3 *decoder* dimana dalam pengujian ini dilakukan pembacaan data yang ada pada *memory micro* SD. Dalam pembahasan pengujian rangkaian mp3 *decoder* telah terlihat bahwa data *file* mp3 telah terbaca dengan sangat baik, hal ini terbukti dengan terdengarnya suara mp3 yang sudah sesuai dengan yang ada pada *memory micro* SD. Dalam pengujian *memory micro* SD dilakukan juga dengan menggunakan beberapa *memory* dengan ukuran berbeda yaitu 2GB sampai 32GB dan terbukti semua ukuran *memory* tersebut dapat dengan baik dibaca oleh rangkaian mp3 *decoder*.

3.4. Rangkaian Display

Pengujian rangkaian display LED dilakukan untuk mengetahui apakah display LED yang digunakan mampu menampilkan data angka sesuai dengan angka yang dikirimkan dari mikrokontroler.



Gambar 4. Rangkaian skematik display LED

Pengujian display LED dilakukan dengan mengirimkan bilangan angka secara kontinyu melalui jalur data SDA dan SCL pada mikrokontroler. Pada langkah ini juga dipastikan bahwa angka yang muncul pada display LED harus sesuai dengan angka yang dikirim oleh mikrokontroler.

Pada Gambar 4 adalah skematik dari rangkaian sistem minimum yang digunakan untuk menyalakan display LED. Panel LED yang diuji selanjutnya dihubungkan ke konektor SV1 sedangkan jalur data dihubungkan ke konektor SV2.

Pada pengujian display LED yang dipasangkan pada rangkaian sistem minimum diperoleh data tampilan pada display LED sudah sesuai dengan angka yang dituliskan pada baris program yang diunggah ke mikrokontroler.

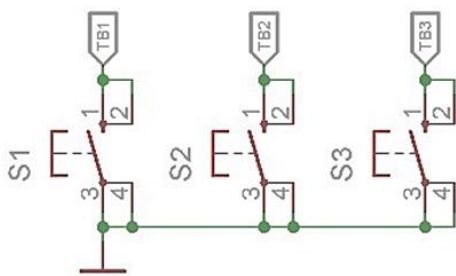


Gambar 5. Tampilan pengujian display LED

Angka yang diujikan ke display LED dalam pengujian ini adalah angka 000 yang dimana saat rangkaian ini dinyalakan dengan catu daya 5 Volt akan langsung menampilkan angka 000 tanpa adanya animasi tambahan. Pada Gambar 5 dapat dilihat display LED menampilkan tiga digit angka yaitu 000 sesuai dengan angka yang ditulis pada program mikrokontroler. Karena panel display yang digunakan hanya mampu menampilkan 3 digit angka saja, maka nilai perhitungan maksimum dari mesin pemanggil antrian adalah hingga 999 antrian.

3.5 Rangkaian Tombol

Dalam proses pengujian tombol perlu dipastikan bahwa tombol yang terpasang dapat berfungsi dengan baik dan dapat memberikan sinyal digital ke mikrokontroler, yaitu data *high* dan *low* yang menandakan bahwa tombol tersebut ditekan atau tidak. Dengan demikian, mikrokontroler dapat menentukan proses kerja selanjutnya yang akan diambil berdasarkan sinyal yang diberikan oleh tombol tersebut.



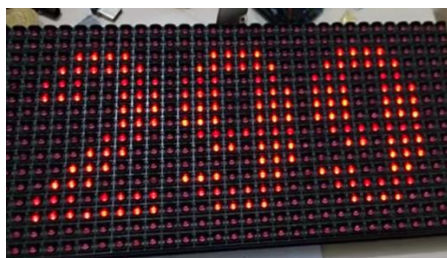
Gambar 6. Rangkaian pengujian tombol

Setelah melakukan pengujian tombol dengan menggunakan AVO meter pada rangkaian Gambar 6 dan diberikan suplai tegangan 5 Volt, hasil pengukuran yang dilakukan diperoleh bahwa tegangan yang terukur pada pin 3 dan 4 pada masing-masing tombol sudah dengan baik menghantarkan tegangan supply dari pin 1 dan 2 di masing-masing tombol. Hal ini berarti tombol dapat bekerja dengan baik memberikan sinyal *high* dan *low* ke mikrokontroler.

3.6. Sistem Keseluruhan

Dalam pengujian secara keseluruhan, rangkaian masing-masing blok dirangkai menjadi satu dan dilakukan pengujian dengan menggunakan program mesin pemanggil antrian dapat diketahui sistem kerja secara keseluruhan, yaitu telah bekerja dengan baik. Setelah dilakukannya pengujian rangkaian secara keseluruhan, adapun hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut adalah:

1. Suara yang dihasilkan sesuai dengan nomor yang dipanggil oleh mesin pemanggil antrian.
2. Tombol panggil atau *next* sudah mampu menghitung maju nomor antrian.
3. Display LED sudah menampilkan angka yang dipanggil oleh mesin seperti pada Gambar 7 yang menunjukkan mesin pemanggil antrian memanggil antrian nomor 299.



Gambar 7. Display LED nomor 299

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian terhadap rangkaian pemanggil antrian menggunakan mikrokontroler ATmega328 diperoleh kesimpulan yaitu: mampu membuat dan merancang peralatan pemanggil antrian menggunakan mikrokontroler ATmega328 dan dengan bantuan display LED untuk menampilkan nomor antrian, serta sebuah IC mp3

decoder yang berfungsi untuk membaca format *file* mp3 dan *speaker* untuk memanggil pengantri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada staf Lab. Mikroprosesor dan Sistem Kontrol, Politeknik Negeri Bali serta pengelola Jurnal Matrix atas publikasi paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nelwan, P.A. (2003). *Teknik antarmuka dan pemrograman mikrokontroler AT89C51*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [2] Syahwil, M. (2013). *Mikrokontroler arduino*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- [3] Atmel Corporation. (2017, April). *Datasheet of ATmega328*. Diakses dari website Atmel Corporation <http://www.atmel.com>.
- [4] Shita, R.T. & Triyono, G. (2011), Analisa dan rancangan sistem informasi antrian menggunakan biskitz cms. *Jurnal Telematika MKOM*, 3(2), 12-18.
- [5] Susilawati, E. (2012). *Sistem antrian loket pembayaran berbasis web*. Tangerang: STMIK Raharja (skripsi).
- [6] Saefullah, A., Ariyani, D. & Rienauld, A. (2014). Sistem notifikasi antrian berbasis android. *Jurnal Perguruan Tinggi Raharja*, 7(3), 402-419.
- [7] Munggara, M. (2012). *Perancangan dan realisasi sistem antrian pada puskesmas berbasis mikrokontroler*. Bandung: Institut Teknologi Telkom (proyek akhir).
- [8] Widodo, R.B. (2009). *Embedded system menggunakan mikrokontroler dan pemrograman C*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- [9] Premeaux, E. & Evans, B. (2011). *Arduino project to save the world*. New York: Springer Science and Business Media.
- [10] Bishop, O. (2005). *Dasar-dasar elektronika*, Jakarta: Erlangga.

KARAKTERISTIK PARKIR SEPEDA MOTOR PADA PUSAT PERBELANJAAN HARDY'S SESETAN

I Ketut Sutapa¹, I Wayan Darta Suparta², I Nengah Darma Susila³

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

³Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

¹ketutsutapa@pnb.ac.id

Abstrak: Sebagai salah satu pusat perbelanjaan yang ada di kota Denpasar, area parkir sepeda motor di Hardy's Sesetan memerlukan perhatian pihak manajemen. Beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain: tidak digunakannya fasilitas parkir yang ada; serta tempat parkir sepeda motor yang melebihi kapasitas. Jika masalah parkir tidak segera diatasi, maka akan terjadi masalah parkir di Hardy's Sesetan, Denpasar. Hal ini didasarkan dari hasil penelitian karakteristik parkir di lokasi tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda dengan puncak terjadi pada hari Sabtu, 31 Desember 2016 dengan rata-rata lama parkir sebesar 6,496 jam dan indeks parkir sebesar 5,1 serta terjadi pada hari Minggu, 1 Januari 2017 dengan rata-rata lama parkir sebesar 5,397 jam dan indeks parkir sebesar 6,45. Hal ini disebabkan karena pada hari tersebut adalah hari yang banyak kegiatan dan kunjungan di pusat perbelanjaan ini. Dengan demikian, kebutuhan parkir sepeda motor di Hardy's Sesetan melebihi daya tampung yang ada.

Kata kunci: Karakteristik Parkir, Parkir Sepeda Motor, Hardy's Denpasar.

Abstract: As one of the shopping centers in Denpasar city, motorcycle parking area at Hardy's Sesetan needs attention from the management. Some things to consider include: unused of existing parking facilities as well as motorcycle parking lot that exceeds the capacity. If the parking problem is not addressed immediately, there will be parking problems at Hardy's Sesetan, Denpasar. This is based on the results of research on the characteristics of parking in this location has different characteristics with peak occurred on Saturday, December 31, 2016 with average parking length of 6.496 hours and parking index of 5.1 and occurred on Sunday, January 1, 2017 with average parking time of 5.397 hours and parking index of 6.45. It happened because on that day, there were a lot of activity and visit in this shopping center. Thus, the need for motorcycle parking at Hardy's Sesetan exceeds the existing capacity.

Keywords: Parking Characteristic, Motorcycle Parking Lots, Hardy's Denpasar.

I. PENDAHULUAN

Fasilitas parkir merupakan komponen dari suatu sistem transportasi dimana pengertian parkir secara sederhana adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang tidak bersifat sementara. Termasuk dalam pengertian parkir adalah setiap kendaraan yang berhenti pada tempat-tempat tertentu baik yang dinyatakan dengan rambu ataupun tidak, serta tidak semata-mata untuk kepentingan menaikkan atau menurunkan orang atau barang [1]. Daya Tampung Parkir adalah daya tampung ruang parkir selama penelitian [2]. Maksud Parkir adalah maksud dari perjalanan, di antaranya yang terpenting adalah bekerja, berdagang, urusan pribadi, belanja, sosial. Menunjukkan untuk tujuan apa, untuk keperluan apa pemakaian kendaraannya di lokasi tersebut [3]. Apabila perjalanan tiba pada tujuannya, kendaraan harus parkir selama pengguna kendaraan melakukan suatu kegiatan, baik itu kegiatan bisnis, rekreasi, sekolah dan kegiatan lainnya. Bahkan kadang kala kendaraan dalam keadaan parkir jumlahnya lebih besar dibandingkan dengan jumlah kendaraan dalam keadaan bergerak. Secara umum tipe penyediaan ruang parkir dibedakan menjadi dua bagian, yaitu di sisi jalan dan di gedung parkir [4]. Kegagalan dalam menyediakan fasilitas parkir yang memadai dapat menyebabkan kemacetan, frustasi, bahkan bisa menurunkan nilai akses dari suatu bangunan.

Pembatasan kegiatan parkir dilakukan terhadap parkir di pinggir jalan ataupun pada parkir di luar jalan yang diterapkan terutama di jalan utama dan pusat kota. Kebijakan ini sangat efektif untuk meningkatkan pelayanan jaringan jalan. [5] Jelas di sini bahwa parkir memegang peranan yang penting dalam sistem transportasi.

Dengan adanya kegiatan kunjungan yang semakin meningkat di Hardy's Denpasar, menimbulkan suatu aktivitas yang padat yang menyebabkan meningkatnya volume kendaraan yang melewati jalan yang ada. pengaruh kegiatan komersial terhadap volume parkir di Kota Denpasar, menganalisis sejauh mana pengaruh kegiatan komersial terhadap volume parkir [6]. Maka pengemudi/ pengendara memarkir kendaraannya pada badan jalan. Jika parkir terlalu jauh dari tujuan maka orang akan beralih ke tempat lain. Sehingga tujuan utama adalah agar lokasi parkir sedekat mungkin dengan tujuan perjalanan [7]. Selain itu, tidak dipergunakannya secara maksimal fasilitas parkir yang sudah disediakan, sehingga mengakibatkan daya tampung ruang parkir melebihi kebutuhan dan ada tempat parkir yang kurang dari kebutuhan. kebutuhan parkirnya melebihi daya tampung yang ada oleh karena ruang parkir yang sempit [8]. Jadi permasalahan yang timbul adalah fasilitas parkir yang

ada belum digunakan secara maksimal pengguna parkir yang ada di Hardy's Denpasar.

Bertolak dari permasalahan di atas, peneliti memilih lokasi di Hardy's Denpasar untuk melakukan penelitian mengenai parkir.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Data Primer

Pada pelataran Hardy's Denpasar dilakukan dengan cara survai perhitungan di tapal batas daerah studi (*cordon count survey*) dan juga dilakukan survei kapasitas parkir, yang menyangkut jumlah petak parkir dan tatanan parkir (sudut dan ukuran petak parkir).

2.2. Data Sekunder

Adapun data yang akan dicari pada penelitian ini adalah lamanya kegiatan / aktivitas parkir di Hardy's Denpasar.

2.3. Sampel

Pusat perbelanjaan yang dipakai sampel dalam penelitian ini adalah pusat perbelanjaan Hardy's Seseetan, Jl. Raya Seseetan No. 122 Denpasar.

2.4. Prosedur Pelaksanaan

Sebelum diadakan penelitian, peneliti melakukan survei pendahuluan pada pusat perbelanjaan yang ada di Kota Denpasar. Dari pengamatan survei pendahuluan ini ditentukan hari yang terpadat dalam dalam satu minggu dimana kendaraan memerlukan tempat parkir, kemudian dipersiapkan semua peralatan yang diperlukan dalam melakukan survei.

2.5. Analisis Data

Analisis yang dilakukan sesuai rumusan masalah dalam penelitian, yaitu analisis terhadap karakteristik parkir yang terjadi pada pusat perbelanjaan Hardy's Seseetan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Volume Parkir

Dari hasil survei yang dilakukan maka dapat dilihat fluktuasi volume kendaraan yang parkir di daerah studi seperti pada Tabel 1. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa volume parkir kendaraan sepeda motor tertinggi terjadi pada hari Minggu tanggal 01-01-2017 sebanyak 419 kendaraan.

3.2. Akumulasi Parkir

Akumulasi tertinggi akumulasi kendaraan sepeda motor tertinggi terjadi pada hari Minggu tanggal 01-01-2017 pukul 12.15-12.30 sebanyak 358 kendaraan sesuai data pada Tabel 2.

3.3. Tingkat Pergantian Parkir

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa setiap jam satu petak parkir melayani 1 buah kendaraan pada

tempat parkir sepeda motor di Hardy's Denpasar (*off street parking*).

Tabel 1. Volume kendaraan yang parkir di Hardy's Seseetan

Hari/ Tanggal	Jumlah Kendaraan Selama 8 Jam	Rata-Rata Kendaraan
Sabtu 31-12-16	409	51,13
Minggu, 01-01-17	419	52,38
Senin, 02-01-17	383	47,88
	Rata-rata	50,46

Tabel 2. Akumulasi parkir di Hardy's Seseetan

Hari/ Tanggal	Jumlah Kendaraan Selama 8 Jam	Waktu Akumulasi Tertinggi	Akumulasi Tertinggi
Sabtu 31-12-16	409	12.25 — 12.40	297
Minggu, 01-01-17	419	12.15 — 12.30	358
Senin, 02-01-17	383	12.30 — 12.45	286
		Rata-rata	314

Tabel 3. Tingkat penggantian parkir di Hardy's Seseetan

Hari/ Tanggal	Jumlah Kendaraan Selama 8 Jam (Nt)	Jumlah Petak (S)	Lama Survei (TS)	Tingkat Pergantian $TR = \frac{Nt}{S \cdot TS}$
Sabtu 31-12-16	409	436	8	0,145
Minggu, 01-01-17	419	436	8	0,148
Senin, 02-01-17	383	436	8	0,138
			Rata-rata	0,144

3.4. Rata-Rata Lama Parkir

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa rata-rata lamanya parkir untuk kendaraan sepeda motor dapat diklasifikasikan sebagai parkir waktu tinggi yaitu lebih dari 4 jam.

Tabel 4. Rata-rata lama parkir di Hardy's Sesetan

Hari/ Tanggal	Rata-Rata Lama Parkir (D)
Sabtu 31-12-16	6,496
Minggu, 01-01-17	5,861
Senin, 02-01-17	5,457
Rata-rata	5,397

3.5. Kapasitas Parkir

Pada Tabel 5 terlihat bahwa dari 436 petak yang ada untuk kendaraan sepeda motor memiliki kapasitas per jam sebesar 73,80 dengan permintaan parkir tertinggi 358 kendaraan berarti tidak dapat menampung kendaraan yang ingin parkir.

Tabel 5. Kapasitas ruang parkir di Hardy's Sesetan

Hari/ Tanggal	Jumlah Petak (S)	Rata- Rata Lama Parkir (D)	Kapasitas Parkir (S/D)
Sabtu 31-12-16	436	6,496	67,12
Minggu, 01-01-17	436	5,861	74,39
Senin, 02-01-17	436	5,457	79,90
Rata - rata		5,397	73,80

3.6. Daya Tampung Ruang Parkir

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa *parking supply* untuk sepeda motor lebih besar daripada permintaan. Rata-rata *parking supply* sebesar 414,03 dengan volume kendaraan hari Sabtu tanggal 31 Desember 2016 sebesar 409 kendaraan, hari Minggu tanggal 01 Januari 2017 sebesar 419 kendaraan, hari Senin tanggal 02 Januari 2018 sebesar 383 kendaraan. Jadi jumlah kendaraan parkir masih mencukupi daya tampung yang tersedia.

Tabel 6. Parking supply di Hardy's Sesetan

Hari/ Tanggal	Lama Survei (T)	Rata- Rata Lama Parkir (D)	Jumlah Petak (S)	Parking Supply Kendaraan $\frac{S \cdot T}{D} \times 0,9$
Sabtu 31-12-16	8	6,496	436	418,78
Minggu, 01-01-17	8	5,861	436	399,34
Senin, 02-01-17	8	5,457	436	420,97
			Rata-rata	413,03

3.7. Indeks Parkir

Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa Indeks Parkir (IP) untuk sepeda motor lebih daripada 1 ($IP > 1$), ini berarti kebutuhan parkir di atas atau melebihi daya tampung yang ada.

Tabel 7. Indeks parkir di Hardy's Sesetan

Hari/ Tanggal	Waktu Akumulasi Tertinggi	Jumlah Akumulasi Tertinggi	KP	IP
Sabtu 31-12-16	10.00 - 10.15	297	58,16	5,1
Minggu, 01-01-17	12.15 - 12.30	358	55,46	6,45
Senin, 02-01-17	12.30 - 12.45	286	58,47	4,89

dengan

KP : Kapasitas Parkir

IP : Indeks Parkir

3.8. Karakteristik Parkir

Pada Tabel 8 ditunjukkan hasil analisis data berupa karakteristik parkir di Hardy's Sesetan.

Tabel 8. Indeks parkir di Hardy's Sesetan

Karakteristik Parkir	Hasil Analisis Data
Volume parkir rata-rata	50,46 kendaraan / jam
Akumulasi parkir tertinggi	358 kendaraan terjadi pada hari Minggu, tanggal 01 Januari 2017
Rata-rata lamanya parkir	5,397 jam
Rata-rata tingkat pergantian parkir	0,144
Rata-rata daya tampung parkir	413,03
Indeks parkir	6,45 terjadi pada hari Minggu, tanggal 01 Januari 2017

IV. KESIMPULAN

Sesuai dengan data di atas dapat disimpulkan bahwa karakteristik parkir sepeda motor di pusat perbelanjaan Hardy's Sesetan Denpasar pada waktu studi mempunyai karakteristik rata-rata lama parkir sebesar 5,397 jam dengan indeks parkir sebesar 6,45

yang terjadi pada hari Minggu, tanggal 01 Januari 2017.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada manajemen Hardy's Sesetan Denpasar yang telah memberi ijin untuk melaksanakan penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada editor Jurnal Matrix untuk publikasi paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abubakar, I. et al. (1998). *Pedoman perencanaan dan pengoperasian fasilitas parkir*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- [2] Oppenlender, J.C. & Box, P.C. (1976). *Manual of traffic engineering studies*. Washington DC: Institute of Transportation Engineering Studies.
- [3] Pignataro, L.J. & Cantili, E.J. (1973). *Traffic engineering theory and practice*. New Jersey: Prentice Hall.
- [4] Warpani, S. (1993). *Pengelolaan lalu lintas dan angkutan jalan*, Bandung: ITB.
- [5] Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (1996). *Pedoman teknis penyelenggaraan parkir no. 272/HK.105/96*. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- [6] Darma, I.W. (2004). *Studi pengaruh kegiatan komersial terhadap volume parkir di Kotamadya Denpasar*. Denpasar: Universitas Ngurah Rai (tugas akhir).
- [7] Tamin, O.Z. (2000). *Perencanaan dan permodelan transportasi*. Bandung: ITB.
- [8] Bendesa, I.G & Sutapa, I.K. (2015). Analisis karakteristik parkir di Mall Robinson Denpasar. *Logic*, 15(2), 119-123.



POLITEKNIK NEGERI BALI



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