

RANCANG BANGUN PERSIMPANGAN JALAN INTERNAL INDUSTRI DI PERUSAHAAN ASAM FOSFAT

Rike Kusuma Putri¹⁾, Rina Sandora²⁾, dan Munadhif³⁾

¹Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik
Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

^{2,3}Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus
ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: rikekusumaputri25@gmail.com

Abstract

The lack of internal industrial traffic management can lead to work accidents. It is necessary to design the internal traffic of the industry with the solution of queuing dump truck problems and using automatic safety device. In this research will be done the addition of traffic signs, lane division with layout, queuing time dump truck efficiency with the design of internal industrial road junctions with safety distance sensors and automatic safety bars. The addition of signs and lane divisions was completed by designing the layout in Autocad, the calculation of the dump truck queue was solved by single channel single phase queue theory and the design of a road junction model equipped with prototype. Internal traffic management industry will refer to Law No.22/2009 and Regulation of Director General of Land/2013. The efficiency of waiting time for dump truck is done by adding 1 excavator as service facility of gypsum material loading. The design is made by laying the safety distance sensor (Ultrasonic HC-SR04) at the top of each road junction, adding automatic safety bars with actuators of servo motors, IDE arduino mega2560 system programming and visual basic user interface as automatic monitoring system or manual (supervision).

Keywords: *Traffic management, layout, queuing efficiency, safety distance sensor, automatic safety bars*

Abstrak

Belum adanya manajemen lalu lintas internal industri yang memadai dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Untuk itu diperlukan merancang tata lalu lintas internal industri disertai dengan penyelesaian masalah antrian *dump truck* serta menggunakan *automatic safety device*. Dalam penelitian ini akan dilakukan penambahan rambu lalu lintas, pembagian lajur dengan *layout*, pengefisienan waktu antrian *dump truck* serta rancang bangun persimpangan jalan internal industri dengan *safety distance sensor* dan *automatic safety bars*. Penambahan rambu dan pembagian lajur diselesaikan dengan mendesain *layout* pada *Autocad*, perhitungan antrian *dump truck* diselesaikan dengan teori antrian *single channel, single phase* dan rancang bangun berupa maket persimpangan jalan internal industri yang dilengkapi dengan *prototype*. Manajemen lalu lintas internal industri akan mengacu pada UU No.22/2009 dan Peraturan Dirjen Hubdar/2013. Efisiensi waktu menunggu *dump truck* dilakukan dengan penambahan 1 unit *excavator* sebagai fasilitas pelayanan *loading material gypsum*. Rancang bangun dibuat dengan dengan peletakan *safety distance sensor (Ultrasonic HC-SR04)* pada bagian atas tiap persimpangan jalan internal industri, penambahan *automatic safety bars* dengan aktuator berupa motor servo, pemrograman sistem IDE arduino mega2560 serta *user interface* dengan *visual basic* sebagai pengawasan sistem secara otomatis maupun manual (*supervision*).

Kata Kunci: *Manajemen lalu lintas, layout, efisiensi antrian, safety distance sensor, automatic safety bars.*

PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas internal industri yang disebabkan oleh tidak adanya sistem pengaturan lalu lintas adalah penyebab kecelakaan kerja. Beberapa penyebab kecelakaan dapat disebabkan oleh tidak adanya kebijakan yang mengatur dengan tegas mengenai manajemen lalu lintas dan kurangnya sarana keselamatan dan keamanan lalu lintas internal industri berbasis *automatic system*.

Dari latar belakang dan permasalahan diatas, maka penelitian ini akan mengkaji bagaimana merancang tata lalu lintas internal industri sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku disertai efisiensi waktu antrian *dump truck* dan juga menggunakan *safety distance sensor* dengan pengendalian berupa *automatic safety bars* untuk meminimalkan angka kecelakaan yang disebabkan oleh lalu lintas internal industry dan memanfaatkan kecanggihan teknologi otomatis. Penelitian ini hanya akan menghitung efisiensi waktu menunggu *dump truck* di area *Intermediete Gypsum Storage* Perusahaan Asam Fosfat Gresik, pembuatan rancang bangun persimpangan jalan internal industri yang dilalui kendaraan dengan intensitas paling tinggi, serta UU No.22/2009 dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat/2013 sebagai acuan perundang-undangan.

METODE PENELITIAN

a. Metode pengumpulan data adalah sebagai berikut:

- Data primer: Data waktu menunggu *dump truck* di area *Intermediete Gypsum Storage*.
- Data sekunder: Data kecelakaan lalu lintas Perusahaan Asam Fosfat Gresik, *layout* awal Perusahaan Asam Fosfat Gresik.

b. Pengolahan data primer dengan perhitungan teoritis antrian *single channel single phase*.

- Menghitung rata-rata jumlah *dump truck* yang datang/jam (λ).
- Menghitung rata-rata jumlah *dump truck* yang dapat dilayani oleh fasilitas pelayanan (*excavator*)/jam (μ).
- Menghitung rata-rata waktu menunggu *dump truck* dalam system dengan 1 *excavator* (Erlang, 1913).

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{1}{\mu(1-\rho)}$$

- Menghitung rata-rata waktu menunggu *dump truck* dalam antrian (tidak termasuk yang sedang dilayani) dengan 1 *excavator* (Erlang, 1913).

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{\rho^2}{\lambda(1-\rho)} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)}$$

- Menghitung rata-rata waktu menunggu *dump truck* dalam system dengan 2 *excavator*.
- Menghitung rata-rata waktu menunggu *dump truck* dalam antrian (tidak termasuk yang sedang dilayani) dengan 2 *excavator*.

c. Perancangan *hardware* maket persimpangan jalan internal industri: power supply, ultrasonik HC-SR04, arduino mega2560, motor servo, LED (*Light Emmiting Diode*), header, kabel, miniature kendaraan.

d. Perancangan *software* maket persimpangan jalan internal industri: IDE arduino mega2560, *visual basic*.

e. Pengujian alat: uji sensor jarak (ultrasonik HC-SR04), uji palang otomatis (motor servo).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengamatan waktu antrian *dump truck* di area *Intermediete Gypsum Storage* selama 1 jam dalam periode produksi 1 bulan, dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1
 Rata-rata Jumlah Kedatangan dan Pelayanan *Dump Truck* dengan 1 *Excavator*

DATA OBSERVASI LAPANGAN ANTRIAN DUMP TRUCK DI PT. PETRO JORDAN ABADI 01 MAR-01 APR 2018				
TANGGAL	JML TRUCK DATANG/JAM	JML TRUCK DATANG/HARI	DURASI TRUCK DI LAYANI/MINT	JML TRUCK DILAYANI/JAM
01/03/2018	5	48	12	5
02/03/2018	5	64	10	6
03/03/2018	6	48	12	5
04/03/2018	7	56	10	6
05/03/2018	5	64	10	6
06/03/2018	7	56	10	6
07/03/2018	6	48	12	5
08/03/2018	8	64	10	6
09/03/2018	7	56	10	6
10/03/2018	6	48	12	5
11/03/2018	8	64	10	6
12/03/2018	7	56	10	6
13/03/2018	6	48	12	5
14/03/2018	8	64	10	6
15/03/2018	6	48	12	5
16/03/2018	7	56	10	6
17/03/2018	7	56	10	6
18/03/2018	6	48	12	5
19/03/2018	8	64	10	6
20/03/2018	8	64	10	6
21/03/2018	8	64	10	6
22/03/2018	6	48	12	5
23/03/2018	7	56	10	6
24/03/2018	8	64	10	6
25/03/2018	6	48	12	5
26/03/2018	7	56	10	6
27/03/2018	7	56	10	6
28/03/2018	6	48	12	5
29/03/2018	7	56	10	6
30/03/2018	7	56	10	6
Rata-rata	6,954545455	55,63636364	10,72727273	5,636363636
	7	56	11	6

Sumber: Data primer yang diolah, Tahun 2018

Kemudian dilakukan perhitungan waktu menunggu *dump truck* dalam system (W_s) diperoleh nilai -1,166 jam serta waktu menunggu *dump truck* dalam antrian (W_q) diperoleh nilai -0,999 jam. Karena kedua bernilai negatif yang menunjukkan fasilitas pelayanan system ini tidak stabil, maka dari itu dilakukan penambahan 1 unit *excavator* sehingga Tabel 1 diatas menjadi Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2
 Rata-rata Jumlah Kedatangan dan Pelayanan *Dump Truck* dengan 2 *Excavator*

DATA OBSERVASI LAPANGAN ANTRIAN DUMP TRUCK DI PT. PETRO JORDAN ABADI 01 MAR-01 APR 2018)					JML TRUCK DILAYANI/JAM (2 EXCAVATOR)
TANGGAL	JML TRUCK DATANG/JAM	JML TRUCK DATANG/HARI	DURASI TRUCK DILAYANI/MNT	JML TRUCK DILAYANI/JAM	
01/03/2018	5	45	12	5	10
02/03/2018	5	64	12	6	12
03/03/2018	6	45	12	5	10
05/03/2018	7	55	10	5	12
06/03/2018	5	64	12	6	12
07/03/2018	7	56	10	6	12
09/03/2018	6	48	12	5	10
09/03/2018	8	64	10	6	12
12/03/2018	7	56	10	6	12
13/03/2018	6	48	12	5	10
14/03/2018	8	64	10	6	12
15/03/2018	6	48	12	5	10
16/03/2018	7	56	10	6	12
18/03/2018	7	56	10	6	12
20/03/2018	6	48	12	5	10
21/03/2018	8	64	10	6	12
22/03/2018	8	64	10	6	12
23/03/2018	6	48	12	5	10
24/03/2018	7	56	10	6	12
27/03/2018	8	64	10	6	12
28/03/2018	6	48	12	5	10
29/03/2018	7	56	10	6	12
Rata-rata	6,954545455	55,63636364	10,72727273	5,636363636	11,27272727
	7	56	11	6	11

Sumber: Data primer yang diolah, Tahun 2018

Kemudian dilakukan perhitungan dengan 2 *excavator* waktu menunggu *dump truck* dalam system (W_s) diperoleh nilai 0,159 jam, sedangkan untuk perhitungan waktu menunggu *dump truck* dalam antrian (W_q) diperoleh nilai 0,250 jam. Hilangnya tanda negative menunjukkan bahwa fasilitas ini sudah stabil. Rancang bangun persimpangan jalan internal industry ditentukan berdasarkan hasil wawancara dengan pihak SHE perusahaan berdasarkan intensitas tertinggi dan terpilih persimpangan jalan di dekat area *Phosphoric Acid plan*. Berikut hasil rancang bangun pesimpangan jalan internal industry dengan *prototype* (sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, arduino mega2560, PCB, kabel) dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil Rancang Bangun Persimpangan Jalan Internal Industri

Sumber: Dokumentasi penulis, 2018

Gambar 1 diatas merupakan hasil dari perancangan *hardware*, sedangkan untuk *software* adalah program dalam IDE arduino mega2560 dan *user interface* berupa *visual basic* yang dapat dilihat pada Gambar 2 (a) dan (b) sebagai berikut:

```

File Edit Sketch Tools Help
-----
UltrasonicSimple.g
#include <Ultrasonic.h>
#include <Servo.h>

Ultrasonic ultrasonic(14, 18);
Ultrasonic ultrasonic1(16, 17);
Ultrasonic ultrasonic2(18, 19);
Ultrasonic ultrasonic3(20, 21);
Servo myservo;
Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
int datamausk;
int input = 0;
int led1 = 2;
int led2 = 3;
int led3 = 4;
int led4 = 5;

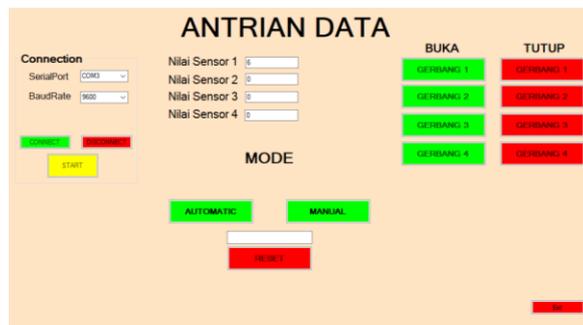
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  pinMode(led4, OUTPUT);

  myservo.attach(10);
  myservo1.attach(9);
  myservo2.attach(10);
    
```

Gambar 2(a). Hasil Pemrograman IDE Arduino Mega2560

Sumber: Dokumentasi penulis, 2018

Kemudian berikut ini adalah hasil pembuatan *user interface* dalam *visual basic* yang dapat dilihat pada Gambar 2(b) sebagai berikut:



Gambar 2(b). Hasil Pembuatan User Interface Visual Basic

Sumber: Dokumentasi penulis, 2018

Selanjutnya dilakukan pengujian *prototype* untuk membandingkan nilai error sensor ultrasonik HC-SR04 dengan ukuran ketinggian sebenarnya yang dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3

Uji Error Pembacaan Nilai Sensor Ultrasonik HC-SR04

PENGUJIAN NILAI ERROR SENSOR ULTRASONIK HC-SR04					
		SENSOR 1	SENSOR 2	SENSOR 3	SENSOR 4
Tidak Ada Kendaraan	Nilai Sensor	7	7	7	6
	Penggaris	6.7	7	7	6.3
	Error	0.04	0	0	0.05
Alat Berat	Nilai Sensor	4	5	3	4
	Penggaris	3	4	3	4
	Error	0.33	0.25	0	0
Kendaraan Selain Alat Berat	Nilai Sensor	6	6	5	5
	Penggaris	5	6	5	5
	Error	0.2	0	0	0

Sumber: Data primer yang diolah, Tahun 2018

Berdasarkan nilai pengujian pada Tabel 3 diatas, maksimal nilai error untuk masing-masing sensor sebesar 0,33 (sensor 1), 0,25 (sensor 2), 0 (sensor 3), dan 0,05 (sensor 4), sehingga error pembacaan nilai ini tidak begitu signifikan mempengaruhi jalannya sistem yang telah dibuat.

KESIMPULAN

Berdasarkan dan rancang bangun yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa lalu lintas internal industri mengacu pada UU No. 22/2009 dan Peraturan Dirjen Hubdar No: SK.7234/AJ.401/DRJD/2013 dengan menambahkan jumlah rambu lalu lintas, pengaturan prioritas pengguna jalan, dan pembuatan *layout* pembagian jalur kendaraan internal industri. Efisiensi waktu menunggu *dump truck* dilakukan dengan penambahan 1 unit *excavator* sebagai fasilitas pelayanan *loading material gypsum*. Rancang bangun dibuat dengan peletakan sensor Ultrasonik HC-SR04 (*safety distance sensor*) pada bagian atas tiap persimpangan jalan yang telah diuji dengan

nilai error pembacaan sensor maksimal sebesar 0,33 (sensor 1); 0,25 (sensor 2); 0 (sensor 3); dan 0,05 (sensor 4), nilai error tidak begitu signifikan sehingga actuator berupa palang otomatis dan system tetap berjalan sesuai dengan aturan yang telah dibuat. Rancang bangun juga dibuat dengan penambahan palang otomatis (*automatic safety bars*) yang akan membuka dan menutup sesuai prioritas kendaraan dengan program IDE arduino mega2560 yang dapat diaktifkan melalui *user interface visual basic*.

Untuk penelitian selanjutnya saran berikut ini dapat membantu menyempurnakan karya ilmiah ini yaitu perlunya meningkatkan kesadaran akan pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja dalam lalu lintas internal industri di Perusahaan Asam Fosfat. Penambahan sensor bunyi dapat digunakan untuk mendeteksi sirine mobil *rescue/ambulance* dalam keadaan darurat. Penggunaan sensor berat untuk mendeteksi perbedaan kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bazaraa, Mokhtar S. 2004. *Linear Programming and Network Flow*, 3rd edition. John Wiley and Sons Inc.
- Direktur Jenderal Perhubungan Darat. 2013. Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: SK.7234/AJ.401/DRJD/2013. Jakarta: Republik Indonesia.
- Erlang, A. K. 1913. (*QUEUEING THEORY*), 97–109.
- Hastuti Ta'ali. 2015. Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Dengan Pendeteksi Kemacetan. *I*(1), 45–50.
- Perusahaan Asam Fosfat, pt. 2015-2017. Laporan Insiden. Gresik: Perusahaan Asam Fosfat.
- Perusahaan Asam Fosfat, pt. 2017. *Layout Jalur Evakuasi*. Gresik: Perusahaan Asam Fosfat.
- Republik Indonesia. 2009. Undang – Undang No. 22 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Surachman, Murti Astuti. 2015. *Operation Research* Edisi Kedua. Malang: Media Nusa Kreatif.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)