

PEMBENTUKAN FUNGSI PENGARUH METEOROLOGI PADA PERSAMAAN GAUSS MENGGUNAKAN SOFTWARE R

Rachmanu Eko Handriyono¹

¹Teknik Lingkungan-ITATS, Jl. Arief Rahman Hakim 100 Surabaya
email: handriyono.rachmanu@itats.ac.id

ABSTRACT

Air quality model is numerical tools to describe the air quality in an urban. One of the air quality models is gaussian model. Factors that influence the gaussian equation are the sources of pollution, meteorological factors, the kinetics of reactions in the atmosphere, and land forms. These studies formed the function of the influence of meteorology on gaussian equation of traffic activities in Ahmad Yani Street, Surabaya. Meteorological factors such as wind speed and direction, the distance from the source to the receptor, and the atmosphere stability is simulated using software applications R. The purpose of this study is to establish the code foundation of software R for meteorological factors. The results showed the influence of meteorological function model using R is able to produce the work easier and faster time. The influence of meteorological function form a formulation of dispersion coefficient σ_y dan σ_z requires variables such as pollution sources and receptor coordinates, wind direction and atmospheric stability class.

Keywords: air quality model, gaussian equation, software R

ABSTRAK

Model kualitas udara merupakan perangkat numerik untuk menggambarkan kualitas udara di suatu wilayah perkotaan. Salah satu model kualitas udara yang bisa digunakan untuk memperkirakan kualitas udara diperkotaan yaitu model gauss. Faktor-faktor yang mempengaruhi persamaan *Gauss* yaitu sumber pencemar, faktor meteorologi, kinetika reaksi di atmosfer, dan bentuk lahan. Studi ini membentuk fungsi pengaruh meteorologi pada persamaan gauss dari kegiatan transportasi di Jalan Ahmad Yani, Surabaya. Faktor meteorologi berupa kecepatan dan arah angin, jarak dari sumber ke penerima, dan stabilitas atmosfer disimulasikan menggunakan aplikasi *software R*. Tujuan penelitian ini membentuk pondasi kode pada *software R* untuk faktor meteorologi. Hasil penelitian menunjukkan model fungsi pengaruh meteorologi menggunakan *software R* mampu menghasilkan pengerjaan yang lebih mudah dan waktu yang cepat. Fungsi pengaruh meteorologi berupa formulasi koefisien dispersi σ_y dan σ_z membutuhkan variabel berupa koordinat sumber pencemar dan receptor, arah angin, dan kelas stabilitas atmosfer.

Kata kunci: model kualitas udara, persamaan gauss, faktor meteorologi, *software R*

PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan salah satu faktor besar terhadap penurunan kualitas udara di perkotaan. Pencemaran udara telah menjadi masalah serius karena dampaknya yang sangat merugikan bagi lingkungan dan kesehatan manusia [1]. Dalam beberapa tahun terakhir pencemaran udara menjadi masalah serius karena peningkatan gas polutan yang sangat pesat setiap harinya [2]. Saat ini, pencemaran udara dari berbagai sumber pencemar menjadi permasalahan utama di perkotaan [3]. Sumber pencemar udara di perkotaan didominasi oleh kegiatan transportasi dan kegiatan industri [4]. Kegiatan transportasi mempunyai kontribusi yang besar terhadap penurunan kualitas udara di perkotaan [5].

Untuk membuat gambaran kualitas udara perkotaan diperlukan suatu pemodelan. Ada beberapa model dispersi udara yang bisa digunakan untuk memperkirakan kualitas udara perkotaan, salah satunya yaitu model *gauss*. Beberapa faktor yang perlu mendapat perhatian dalam pembangunan model yaitu kecepatan dan arah angin, jarak dari sumber ke penerima, dan stabilitas atmosfer [6]. Penelitian ini menggunakan persamaan *gauss* untuk membentuk fungsi koefisien dispersi σ_y dan σ_z pada *software R*. Model *gauss* merupakan metode yang paling sesuai karena dapat memprediksi dispersi gas pencemar dari berbagai sumber yang terjadi di atmosfer [7]. Model *gauss* dapat memprediksi konsentrasi gas polutan untuk jangka panjang dengan arah dan kecepatan

angin yang berubah dan sumber yang tak terbatas. Model dispersi *gauss* mempunyai kelebihan dapat diterapkan pada segala kondisi atmosfer [8].

Program simulasi prediksi penyebaran pencemar udara seperti AERMOD, CALINE4, ISCST3 membutuhkan banyak data serta biaya yang mahal. Penelitian ini ingin membuat program simulasi model kualitas udara yang tidak membutuhkan biaya mahal. Simulasi faktor meteorologi arah dan kecepatan angin, jarak dari sumber pencemar ke penerima, dan stabilitas atmosfer pada persamaan *gauss* menggunakan *software R*. *Software R* adalah perangkat lunak lingkungan untuk analisis data dan grafis berbasis *open source*. Hasil simulasi tersebut akan membentuk fungsi koefisien dispersi σ_y dan σ_z . Penelitian ini menggunakan studi kasus kegiatan transportasi di Jalan Ahmad Yani Surabaya sebagai sumber pencemar. Kegiatan transportasi merupakan penyumbang terbesar gas polutan udara di negara-negara berkembang [9]. Tujuan penelitian ini membentuk pondasi kode pada *software R* untuk setiap faktor dari persamaan *gauss*. Harapannya agar terbentuk pondasi kode setiap faktor dari persamaan *gauss* pada *software R* sehingga bisa digunakan oleh banyak orang secara gratis.

KAJIAN PUSTAKA

Penyebaran polutan di udara sangat dipengaruhi oleh faktor meteorologi kecepatan dan arah angin. Faktor meteorologi mempengaruhi perpindahan polutan dari sumber ke penerima [10]. Kecepatan dan arah angin menunjukkan daerah yang paling tercemar oleh polutan. Perubahan arah dan kecepatan angin menunjukkan arah penyebaran dan fluktuasi konsentrasi zat pencemar di atmosfer. Perubahan angin juga dipakai untuk menentukan kelas stabilitas atmosfer. Tabel 1 menunjukkan kategori stabilitas atmosfer.

Tabel 1. Kategori stabilitas atmosfer [11]

Kecepatan angin permukaan pada ketinggian 10 m (m/dt)	Siang				
	Radiasi Sinar Matahari			Malam*	
				Kondisi Awan	
	Kuat	Sedang	Lemah	Mendung	Cerah
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

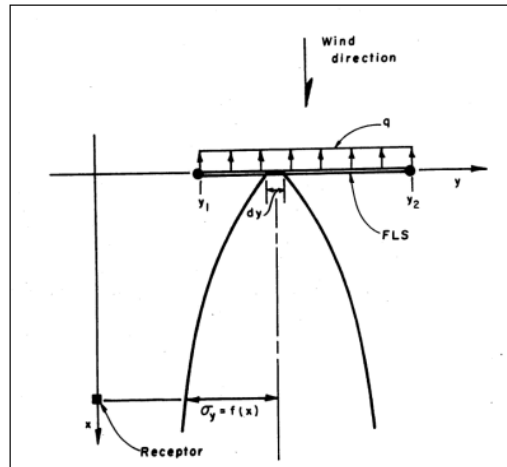
*Malam didefinisikan sebagai periode dari 1 jam sebelum matahari tenggelam dan 1 jam setelah matahari terbit.

Keterangan:

A = sangat labil C = sedikit labil E = agak stabil

B = labil D = netral F = stabil

Sebagian besar pemodelan kualitas udara menggunakan pendekatan matematis menggunakan persamaan *gauss*. Model *Gauss* mendeskripsikan pencampuran pencemar udara di atmosfer dari sumber pencemar yang disebabkan oleh turbulensi pada arah vertikal dan horizontal [12]. Model *gauss* menggunakan pendekatan antara lain yaitu fungsi beban emisi dari sumber pencemar, fungsi pengaruh meteorologi, dan fungsi konsentrasi gas polutan yang terbentuk. Gambar 1 menunjukkan tipikal pola dispersi udara dari sumber garis/transportasi (*line source*).



Gambar 1. Tipikal pola dispersi udara dari sumber garis (*line source*) [13]

Penelitian ini membentuk fungsi pengaruh meteorologi dari kegiatan transportasi menggunakan *software R* berbasis *open source*. *Open source* adalah suatu konsep yang menunjuk pada produksi dan pengembangan praktis dimana setiap orang dapat mengakses pada sumber (*source*) suatu produk akhir. Harapannya terbentuk pondasi kode dari setiap fungsi persamaan *gauss* pada *software R* sehingga setiap orang bisa mengakses dan menggunakan secara terbuka.

METODE

Pembentukan fungsi pengaruh meteorologi persamaan *gauss* menggunakan data primer berupa koordinat sumber pencemar dan titik penerima serta data sekunder berupa arah angin. Sumber pencemar berasal dari kegiatan transportasi di Jalan Ahmad Yani Surabaya dan titik penerima adalah stasiun pemantau kualitas udara SUF 7 di daerah kebonsari (Gambar 2), sedangkan data sekunder berupa arah angin berasal dari BLH Kota Surabaya. Arah angin menggunakan data 1 bulan yaitu bulan Februari 2016. Perhitungan fungsi pengaruh meteorologi pertama menggunakan *microsoft excell* kemudian ditransformasikan ke dalam *software R*. Simulasi pembentukan fungsi pengaruh meteorologi menggunakan *Tinn-R* versi 3.0.3.6 dan untuk running fungsi menggunakan *R* versi 3.1.2.



Gambar 2. Lokasi penelitian

Fungsi persamaan dasar *gauss* adalah sebagai berikut [13]:

$$C = \frac{Q}{2\pi \cdot u \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \exp \left(-\frac{1}{2} \cdot \frac{y^2}{\sigma_y^2} \right) \left\{ \exp \left(-\frac{1}{2} \cdot \frac{(Z-H)^2}{\sigma_z^2} \right) + \exp \left(-\frac{1}{2} \cdot \frac{(Z+H)^2}{\sigma_z^2} \right) \right\} \quad (1)$$

Dengan C = konsentrasi polutan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Q = beban emisi ($\text{g}/\text{km.jam}$), y = jarak horizontal dari titik tengah plume, Z = jarak vertikal dari permukaan tanah (m), H = ketinggian stack (m), u = kecepatan angin (m/detik), σ_y = koefisien dispersi horizontal (m), σ_z = koefisien dispersi vertikal (m). Koefisien dispersi σ_y dan σ_z merupakan fungsi dari pengaruh meteorologi. Adapun persamaan koefisien dispersi σ_y dan σ_z adalah sebagai berikut:

$$\sigma_y = ax^b \quad (2)$$

$$\sigma_z = cx^b + f \quad (3)$$

Dengan x = jarak sumber pencemar ke *receptor* (m), a, b, c, f = konstan stabilitas atmosfer (Tabel 2).

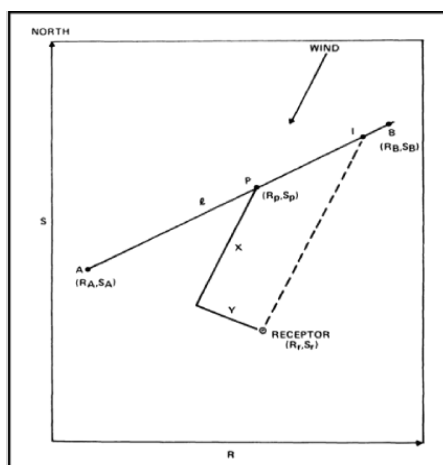
Tabel 2. Konstan stabilitas atmosfer [13]

Stabilitas	a	b	x < 1 km			x > 1 km		
			c	d	f	C	d	f
A	213	0,894	440,8	1,941	9,27	459,7	2,094	-9,6
B	156	0,894	106,6	1,149	3,3	108,2	1,098	2
C	104	0,894	61	0,911	0	61	0,911	0
D	68	0,894	33,2	0,725	-1,7	44,5	0,516	-13
E	50,5	0,894	22,8	0,678	-1,3	55,4	0,305	-34
F	34	0,894	14,35	0,74	-0,35	62,6	0,18	-48,6

Jarak x dan y merupakan hubungan arah angin dan jalan dengan sumber penerima (Gambar 3), sehingga

$$X = (Sp - Sr)\cos \theta + (Rp - Rr)\sin \theta \quad (4)$$

$$Y = (Sp - Sr)\sin \theta + (Rp - Rr)\cos \theta \quad (5)$$



Gambar 3. Hubungan arah angin, jalan, dan titik penerima [14]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arah angin digunakan untuk mengetahui jarak dispersi gas polutan dari sumber pencemar ke titik penerima dan menentukan titik koordinat sumber pencemar. Tabel 3 adalah arah angin rata-rata pada bulan Februari 2016. Arah angin bulan Februari 2016 menunjukkan rata-rata ke arah Barat.

Tabel 3. Arah angin rata-rata Februari 2016

Hari	Arah angin (°)	Kecepatan angin (m/s)
Senin	262	1,74
Selasa	281	1,40
Rabu	291	1,31
Kamis	286	1,46
Jumat	282	1,73
Sabtu	275	1,75
Minggu	250	1,64

Adapun koordinat Jalan Ahmad Yani adalah $7^{\circ} 20' 3.21''$ S - $112^{\circ} 43' 48.02''$ E dan koordinat SUF 7 adalah $7^{\circ} 19' 42.30''$ S - $112^{\circ} 42' 49.90''$ E. Kemudian melakukan perhitungan jarak x dan y yang merupakan hubungan antara angin, sumber pencemar, dan titik penerima menggunakan persamaan (4) dan (5). Tabel 4 adalah hasil perhitungan jarak x dan y.

Tabel 4. Hasil perhitungan jarak x dan y

Hari	Arah angin	Kecepatan angin (m/s)	x (m)	y (m)
Senin	262,25	1,74	1836	513
Selasa	281,39	1,40	1612	1017
Rabu	291,06	1,31	1317	1378
Kamis	286,24	1,46	1229	1458
Jumat	281,57	1,73	1404	1290
Sabtu	275,40	1,75	1250	1440
Minggu	249,76	1,64	1792	651

Setelah mengetahui jarak x dan y, lalu menghitung koefisien dispersi σ_y dan σ_z menggunakan persamaan (2) dan (3). Tabel 5 adalah hasil perhitungan koefisien dispersi σ_y dan σ_z . Hasil perhitungan menunjukkan dispersi gas polutan terjauh terjadi pada hari senin dengan jarak horizontal σ_y sejauh 28146 m dan jarak vertikal σ_z sejauh 194 m.

Tabel 5. Hasil perhitungan koefisien dispersi σ_y dan σ_z

Hari	Arah angin (°)	Kecepatan angin (m/s)	x (m)	y (m)	σ_y (m)	σ_z (m)
Senin	262,25	1,74	1836	513	41807	514
Selasa	281,39	1,40	1612	1017	37221	493
Rabu	291,06	1,31	1317	1378	31066	461
Kamis	286,64	1,46	1699	864	39012	501
Jumat	281,57	1,73	1404	1290	32894	471
Sabtu	275,40	1,75	1250	1440	29637	454
Minggu	249,76	1,64	1792	651	40900	510

Setelah melakukan perhitungan menggunakan *microsoft excell*, kemudian mentransformasikan ke dalam *software R*. Semua kode persamaan matematis dicatat menggunakan Tinn-R versi 3.0.3.6. Secara garis besar, pembentukan fungsi suatu model persamaan adalah meringkas semua formula matematis ke dalam bentuk fungsi sederhana dengan memasukkan variabel yang dibutuhkan. Gambar 4 dan Gambar 5 merupakan hasil pembentukan fungsi pengaruh meteorologi koefisien dispersi σ_y dan σ_z dari sumber transportasi.

```

1 syDispersion <- function(DjSS,MtSS,DtSS,LaSS,DjSR,MtSR,DtSR,LoRS,DjRS,MtRS,DtRS,LoRR,DjRR,MtRR,DtRR,LoRR,Wd, stability) {
2   nilaiS <- vector()
3   if (LaSS == "South") Ss <- (DjSS + MtSS/60 + DtSS/3600)
4   if (LaSS == "North") Ss <- -(DjSS + MtSS/60 + DtSS/3600)
5   if (LaSR == "South") Sr <- (DjSR + MtSR/60 + DtSR/3600)
6   if (LaSR == "North") Sr <- -(DjSR + MtSR/60 + DtSR/3600)
7   nilaiS[1] <- Ss
8   nilaiS[2] <- Sr
9   S <- abs((nilaiS[1]-nilaiS[2]))+60
10  nilaiR <- vector()
11  if (LoRS == "East") Rs <- (DjRS + MtRS/60 + DtRS/3600)
12  if (LoRS == "West") Rs <- -(DjRS + MtRS/60 + DtRS/3600)
13  if (LoRR == "East") Rr <- (DjRR + MtRR/60 + DtRR/3600)
14  if (LoRR == "West") Rr <- -(DjRR + MtRR/60 + DtRR/3600)
15  nilaiR[1] <- Rs
16  nilaiR[2] <- Rr
17  R <- abs((nilaiR[1]-nilaiR[2]))+60
18  X <- abs((S*cos(Wd))+(R*sin(Wd)))+1852
19  konstan1 <- vector()
20  if (X < 1000) {
21    if (stability == "A") konstan1 <- c(213,0.894,440.8,1.941,9.27)
22    if (stability == "B") konstan1 <- c(156,0.894,106.6,1.149,3.3)
23    if (stability == "C") konstan1 <- c(104,0.894,61,0.911,0)
24    if (stability == "D") konstan1 <- c(68,0.894,33.2,0.725,-1.7)
25    if (stability == "E") konstan1 <- c(50.5,0.894,22.8,0.678,-1.3)
26    if (stability == "F") konstan1 <- c(34,0.894,14.35,0.74,-0.35)
27  } else {
28    if (X > 1000)
29      if (stability == "A") konstan1 <- c(213,0.894,459.7,2.094,-9.6)
30      if (stability == "B") konstan1 <- c(156,0.894,108.2,1.098,2)
31      if (stability == "C") konstan1 <- c(104,0.894,61,0.911,0)
32      if (stability == "D") konstan1 <- c(68,0.894,33.2,44.5,0.516,-13)
33      if (stability == "E") konstan1 <- c(50.5,0.894,55.4,0.305,-34)
34      if (stability == "F") konstan1 <- c(34,0.894,62.6,0.18,-48.6)
35  }
36  akonstan <- konstan1[1]
37  bkonstan <- konstan1[2]
38  ckonstan <- konstan1[3]
39  dkonstan <- konstan1[4]
40  fkonstan <- konstan1[5]
41  sy <- (konstan1[1]*(X*konstan1[2]))
42  return(sy)
43 }

```

Gambar 4. Fungsi koefisien dispersi σ_y

```

45 ssDispersion <- function(DjSS,MtSS,DtSS,LaSS,DjSR,MtSR,DtSR,LoRS,DjRS,MtRS,DtRS,LoRR,DjRR,MtRR,DtRR,LoRR,Wd, stability) {
46   nilaiS <- vector()
47   if (LaSS == "South") Ss <- (DjSS + MtSS/60 + DtSS/3600)
48   if (LaSS == "North") Ss <- -(DjSS + MtSS/60 + DtSS/3600)
49   if (LaSR == "South") Sr <- (DjSR + MtSR/60 + DtSR/3600)
50   if (LaSR == "North") Sr <- -(DjSR + MtSR/60 + DtSR/3600)
51   nilaiS[1] <- Ss
52   nilaiS[2] <- Sr
53   S <- abs((nilaiS[1]-nilaiS[2]))+60
54   nilaiR <- vector()
55   if (LoRS == "East") Rs <- (DjRS + MtRS/60 + DtRS/3600)
56   if (LoRS == "West") Rs <- -(DjRS + MtRS/60 + DtRS/3600)
57   if (LoRR == "East") Rr <- (DjRR + MtRR/60 + DtRR/3600)
58   if (LoRR == "West") Rr <- -(DjRR + MtRR/60 + DtRR/3600)
59   nilaiR[1] <- Rs
60   nilaiR[2] <- Rr
61   R <- abs((nilaiR[1]-nilaiR[2]))+60
62   X <- abs((S*cos(Wd))+(R*sin(Wd)))+1852
63   konstan1 <- vector()
64   if (X < 1000) {
65     if (stability == "A") konstan1 <- c(213,0.894,440.8,1.941,9.27)
66     if (stability == "B") konstan1 <- c(156,0.894,106.6,1.149,3.3)
67     if (stability == "C") konstan1 <- c(104,0.894,61,0.911,0)
68     if (stability == "D") konstan1 <- c(68,0.894,33.2,0.725,-1.7)
69     if (stability == "E") konstan1 <- c(50.5,0.894,22.8,0.678,-1.3)
70     if (stability == "F") konstan1 <- c(34,0.894,14.35,0.74,-0.35)
71   } else {
72     if (X > 1000)
73       if (stability == "A") konstan1 <- c(213,0.894,459.7,2.094,-9.6)
74       if (stability == "B") konstan1 <- c(156,0.894,108.2,1.098,2)
75       if (stability == "C") konstan1 <- c(104,0.894,61,0.911,0)
76       if (stability == "D") konstan1 <- c(68,0.894,33.2,44.5,0.516,-13)
77       if (stability == "E") konstan1 <- c(50.5,0.894,55.4,0.305,-34)
78       if (stability == "F") konstan1 <- c(34,0.894,62.6,0.18,-48.6)
79   }
80   akonstan <- konstan1[1]
81   bkonstan <- konstan1[2]
82   ckonstan <- konstan1[3]
83   dkonstan <- konstan1[4]
84   fkonstan <- konstan1[5]
85   ss <- (konstan1[3]*(X*konstan1[4])+konstan1[5])
86   return(ss)
87 }

```

Gambar 5. Fungsi koefisien dispersi σ_z

Pada fungsi diatas, variabel DjSS= derajat koordinat S di sumber pencemar (*source*), MtSS= menit koordinat S di *source*, DtSS= detik koordinat S di *source*, LaSS= arah lintang (*latitude*) di *source*, DjSR= derajat koordinat S di penerima (*receptor*), MtSR= menit koordinat S di *receptor*, DtSR= detik koordinat S di *receptor*, LaSR= arah lintang (*latitude*) di *receptor*, DjRS= derajat koordinat R di *source*, MtRS= menit koordinat R di *source*, DtRS= detik koordinat R di *source*, LoRS= arah bujur (*longitude*) di *source*, DjRR= derajat koordinat R di *receptor*, MtRR= menit koordinat R di *receptor*, DtRR= detik koordinat R di *receptor*, LoRR= arah bujur (*longitude*) di *receptor*, Wd= arah angin, dan Stability= kelas stabilitas atmosfer.

Setelah mendapatkan fungsi tersebut kemudian melakukan *running* menggunakan aplikasi R. Caranya adalah mengcopy fungsi yang terbentuk dari aplikasi *Tinn R* ke aplikasi R. Kemudian memasukkan nilai variabel yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan kategori stabilitas kelas "E" yaitu agak stabil. Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan hasil *running* fungsi koefisien dispersi σ_y dan σ_z pada hari senin. Sedangkan Gambar 5 adalah rekapitulasi hasil *running* koefisien dispersi σ_y dan σ_z .

```
> syDispersion(7,20,3.21,"South",7,19,42.3,"South",112,43,48.02,"East",112,42,49.9,"East",262.25,"E")
[1] 40848.18
```

Gambar 3. Hasil *running* fungsi koefisien dispersi σ_y pada hari Senin

```
> szDispersion(7,20,3.21,"South",7,19,42.3,"South",112,43,48.02,"East",112,42,49.9,"East",262.25,"E")
[1] 509.9666
```

Gambar 4. Hasil *running* fungsi koefisien dispersi σ_z pada hari Senin

	Hari	DjSS	MtSS	DtSS	LaSS	DjSR	MtSR	DtSR	LaSR	DjRS	MtRS	DtRS	LoRS	DjRR	MtRR	DtRR	LoRR	Wd	Stability	σ_y	σ_z
1	Senin	7	20	3.21	South	7	19	42.3	South	112	43	48.02	East	112	42	49.9	East	262.25	E	40848	509.97
2	Selasa	7	20	3.21	South	7	19	42.3	South	112	43	48.02	East	112	42	49.9	East	281.39	E	40080	506.46
3	Rabu	7	20	3.21	South	7	19	42.3	South	112	43	48.02	East	112	42	49.9	East	291.06	E	37071	492.25
4	Kamis	7	20	3.21	South	7	19	42.3	South	112	43	48.02	East	112	42	49.9	East	286.24	F	29213	451.18
5	Jumat	7	20	3.21	South	7	19	42.3	South	112	43	48.02	East	112	42	49.9	East	281.57	E	38077	497.08
6	Sabtu	7	20	3.21	South	7	19	42.3	South	112	43	48.02	East	112	42	49.9	East	275.40	E	36239	488.19
7	Minggu	7	20	3.21	South	7	19	42.3	South	112	43	48.02	East	112	42	49.9	East	249.76	E	40945	510.41

Gambar 5. Rekapitulasi hasil *running* koefisien dispersi σ_y dan σ_z

Hasil *running* pada aplikasi R sedikit berbeda dengan perhitungan di microsoft excell karena perbedaan angka dibelakang koma pada arah angin. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa koefisien dispersi σ_y dan σ_z terbesar terjadi pada hari senin yaitu 41807 m ke arah horizontal dan 514 ke arah vertikal. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa koefisien dispersi σ_y dan σ_z sangat dipengaruhi oleh arah angin dan jarak x (sumber pencemar ke *receptor*) yang dihasilkan. Semakin jauh jarak sumber pencemar ke *receptor* maka semakin jauh arah dispersi horizontal dan vertikal yang ditimbulkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bentuk fungsi pengaruh meteorologi pada software R mampu menghasilkan koefisien dispersi σ_y dan σ_z dengan pengerjaan yang lebih mudah dan waktu pengerjaan yang lebih efisien. Bentuk fungsi ini membutuhkan variabel berupa koordinat sumber pencemar dan *receptor*, arah angin, dan kelas stabilitas atmosfer. Fungsi ini merupakan dasar dari pembentukan fungsi model gauss untuk *software R*. Oleh karena itu, studi ini mengharapkan adanya penelitian selanjutnya untuk membentuk fungsi model gauss pada *software R* sehingga bisa melakukan validasi dengan model gauss pada penelitian yang lain.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Fungsi pengaruh meteorologi pada software R mampu menghasilkan formulasi koefisien dispersi σ_y dan σ_z dengan pengerjaan yang lebih mudah dan waktu pengerjaan yang lebih efisien.
2. Formulasi koefisien dispersi σ_y dan σ_z membutuhkan variabel berupa koordinat sumber pencemar dan *receptor*, arah angin, dan kelas stabilitas atmosfer.
3. Semakin jauh jarak sumber pencemar ke *receptor* maka semakin jauh arah dispersi horizontal dan vertikal yang ditimbulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nana, B., Sanogo, O., Savadogo, P. W., Daho, T., Bouda, M., dan Koulidiati, J. 2012. *Air Quality Study in Urban Centers: Case Study of Ouagadougou, Burkina Faso*. FUTY Journal of the Environment, 7, 1597-8826.
- [2] Zhou, M., He, G., Liu, Y., Yin, P., Li, Y., Kan, H., Fan, M., Xue, A., dan Fan, M. 2015. *The Association Between Ambient Air Pollution and Adult Respiratory Mortality in 32 Major Chinese Cities, 2006-2010*. Environmental Research, 137, 278-286.
- [3] Wakamatsu, S., Morikawa, T., Ito, A. 2013. *Air Pollution Trends in Japan between 1970 and 2012 and Impact or Urban Air Pollution Countermeasures*. Asian Journal of Atmospheric Environment, 7, 177-190.
- [4] Prakash, B. M., Shobhan, M., Mahadeva, S. M., dan Mahesh, S. 2017. *Prediction of Air Pollutant Dispersion from Point and Line Sources and Validation of ISCST3 and Caline4 Model Data with Observed Values in the Industrial Area of Mysuru*. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 6, 18333-18350.
- [5] Gonzalez, D., dan Cogliati, M. 2016. *Study of vehicle emissions between Neuquen and Centenario, Argentina*. Atmosfera, 29, 267-277.
- [6] Prueksakorn, K., Kim, T., Kim, S., Kim, H., Kim, K. Y., Son, W., dan Vongmahadlek. 2012. *Review of Air Dispersion Modelling Approaches to Assess The Risk of Wind-borne Spread of Foot-and-mouth Disease Virus*. Journal of Environmental Protection, 3, 1260-1267.
- [7] Nana, B., Sanogo, O., Savadogo, P. W., Daho, T., Bouda, M., dan Koulidiati, J. 2012. *Air Quality Study in Urban Centers: Case Study of Ouagadougou, Burkina Faso*. FUTY Journal of the Environment, 7, 1-18.
- [8] Briant, R., Seigneur, C., Gadrat, M., dan Bugajny, C. 2013. *Evaluation of Roadway Gaussian Plume Models with Large-scale Measurement Campaigns*. Geoscientific Model Development, 6, 445-456.
- [9] Kumar, P., Morawska, L., Martani, C., Biskos, G., Neophytou M., Sabatino, S. D., Bell, M., Norford, L., dan Britter, R. 2015. *The Rise of Low-cost Sensing for Managing Air Pollution in Cities*. Environment International, 75, 199-205.
- [10] Vinayagam, A., Kavitha, C., Thangadurai, K. 2016. *Multi Model Air Pollution Estimation for Environmental Planning Using Data Mining*. International Journal of Science and Research, 3, 332-335.
- [11] Cooper, C. D., dan Alley, F. C. 2002. *Air Pollution Control 3rd Edition*. Waveland Press Inc. USA.
- [12] Nagpure, A. S., dan Gurjar, B. R. 2014. *Urban Traffic and Associated Environmental Impacts in India*. Novel Combustion Concepts for Suistanable Energy Development, 405-414. Springer India.
- [13] Benson, P. 1989. *Caline4 – A Dispersion for Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadways*. Office of Transportation Laboratory. California.
- [14] Petersen, W. B. 1978. *A Gaussian-Plume Algorithm for Point, Area, and Line Sources*. Environmental Science Research Laboratory Office of Research and Development. North Carolina.