

ANALISIS KEBISINGAN DAN POLUSI UDARA DI SMP MUHAMMADIYAH 1 KARTASURA AKIBAT ARUS LALU LINTAS (Jl. Ahmad Yani Kartasura)

Gotot Slamet Mulyono¹, Dewi Fatmawati², Nurul Hidayati³, Sri Sunarjono⁴

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp (0271) 717417
Email : gsm101@ums.ac.id

Abstrak

Banyaknya aktivitas transportasi yang melintas didepan SMP Muhammadiyah 1 Kartasura menghasilkan suara dan gas buang yang dihasilkan kendaraan akan mengakibatkan polusi suara (kebisingan) dan polusi udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kebisingan akibat arus lalu lintas secara empirik, alat Sound Level Meter yang dibandingkan dengan baku mutu kebisingan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Kep-48/MENLH/1996 dan tingkat polusi udara yang dibandingkan dengan baku mutu udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah No 41 Tahun 1999. Hasil tingkat kebisingan baik secara empirik maupun menggunakan alat pada hari Sabtu berkisar 74 – 81 dB(A) dan hari Senin 72 – 79 dB(A). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebisingan melebihi baku mutu yang diijinkan di kawasan sekolah sebesar 55 dB(A). Polusi udara yang dihasilkan untuk kadar polutan CO hari Sabtu 2.512,96 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan Senin 3.437,66 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ di kedua hari tidak melebihi baku mutu ambien sebesar 30.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Kadar polutan NOx hari Sabtu sebesar 539,12 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan Senin 534,176 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang menunjukkan melebihi baku mutu ambien sebesar 400 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Kadar polutan HC hari Sabtu sebesar 165,559 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan Senin 137,972 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ menunjukkan bahwa melebihi baku mutu ambien 160 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Untuk kadar polutan PM sebesar hari Sabtu 40.854.901,908 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan Senin 35.214.593,180 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang menunjukkan melebihi baku mutu ambien sebesar 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Maka perlu adanya tindakan lanjut untuk mengurangi kebisingan dan polusi udara di SMP Muhammadiyah 1 Kartasura.

Kata Kunci: Arus Lalu Lintas; Kebisingan; Polusi Udara

Pendahuluan

Transportasi merupakan suatu proses perpindahan manusia, hewan, dan/ atau barang dari tempat asal ke tempat tujuan dengan menggunakan kendaraan yang dapat digerakkan makhluk hidup atau mesin. Transportasi darat salah satu jenis transportasi yang perkembangannya sangat pesat, baik kendaraan umum maupun kendaraan pribadi. Seiring dengan bertambahnya kebutuhan akan transportasi volume lalu lintas mengalami peningkatan yang berakibat tingkat polusi juga meningkat. Polusi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor meliputi polusi suara atau kebisingan, polusi udara, polusi air tanah dan lain sebagainya.

Polusi suara atau kebisingan adalah berbagai macam suara yang terdengar dalam satu waktu yang mengakibatkan pendengaran orang terganggu. Kebisingan yang ditimbulkan akan mengganggu banyak sektor antara lain sektor pendidikan, perkantoran, maupun masyarakat sekitar. Polusi udara adalah tercampurnya udara dengan bahan-bahan yang mengganggu makhluk hidup sehingga kualitas udara berkurang dan tidak dapat memenuhi 100% kebutuhan. Dampak yang ditimbulkan dari polusi udara adalah gangguan kesehatan manusia terutama masyarakat yang tinggal dan beraktivitas di dekat sumber polusi udara.

Masalah kebisingan dan polusi udara memiliki dampak yang kurang baik terhadap lokasi sekolah, perkantoran, tempat tinggal yang berada didekat jalur padat kendaraan bermotor. SMP Muhammadiyah 1 Kartasura yang terletak tepat di tepi jalan jurusan Solo – Semarang, yang dilewati berbagai jenis kendaraan bermotor yang melintas merupakan salah satu lokasi yang terkena dampak akibat dari lalu lintas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kebisingan di SMP Muhammadiyah 1 Kartasura, dan mengetahui kadar polutan yang dihasilkan kendaraan bermotor yang melewati jalan di depan sekolah.

Metode Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Jalan Ahmad Yani No. 160 Kartasura di depan SMP Muhammadiyah 1 Kartasura pada hari Sabtu dan Senin. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara alat tulis, *counter* (alat bantu menghitung kendaraan), *stopwatch*, formulir untuk mencatat jumlah kendaraan dan *Sound Level Meter* (alat untuk mengukur tingkat kebisingan).

Setelah mendapatkan data yakni jumlah kendaraan, jumlah kendaraan berta, serta kecepatan kendaraan dilakukan perhitungan kebisingan lalu lintas secara empiris dengan rumus yang digunakan pada pedoman ini adalah sebagai berikut:

- 1) Perhitungan tingkat bising dasar secara empiris

$$L_{10} = 42,2 + 10 \text{ Log } q \tag{1}$$

- 2) Nilai koreksi

- a) Koreksi kecepatan rata-rata dan prosentase kendaraan berat

$$C_1 = 33 \text{Log } (V+40+500/V)+10 \text{Log } (1+5p/V) - 68,8 \text{ dB(A)} \tag{2}$$

- b) Koreksi gradien

$$C_2 = 0,3 \text{ G dB(A)} \tag{3}$$

- c) Koreksi jarak horizontal dari ujung sisi ruas jalan (d) dan tinggi relatif antara titik penerima dengan posisi sumber bunyi efektif (h)

$$C_3 = - 10 \text{ Log } (d'/13,5) \text{ dB(A)} \tag{4}$$

$$d' = \{(d+3,5)^2 + h^2\}^{0,5} \tag{5}$$

- 3) Total prediksi tingkat kebisingan lalu lintas

$$\text{Predicted Noise Level (PNL)} = L_{10} + C_1 + C_2 + C_3 \tag{6}$$

Untuk perhitungan tingkat kebisingan menggunakan alat LSM menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Leq (1 jam)} = 10 \text{Log } \frac{1}{n} [10^{0,1.L1} + \dots + 10^{0,1.Ln}] \text{ dB(A)} \tag{7}$$

Kecepatan kendaraan dihitung dengan rumus

$$V = \frac{L}{T} \tag{8}$$

Pada perhitungan kadar polutan menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Siti Malkhamah sebagai berikut:

$$\text{Kadar polutan} = \left(\frac{Q_{kend \text{ berat}}}{1000} \times (\text{faktor koreksi oleh jarak } \times \text{ faktor koreksi oleh kecepatan}) \right) + \left(\frac{Q_{kend \text{ ringan}}}{1000} \times (\text{faktor koreksi oleh jarak } \times \text{ faktor koreksi oleh kecepatan}) \right) \tag{9}$$

Hasil dan Pembahasan

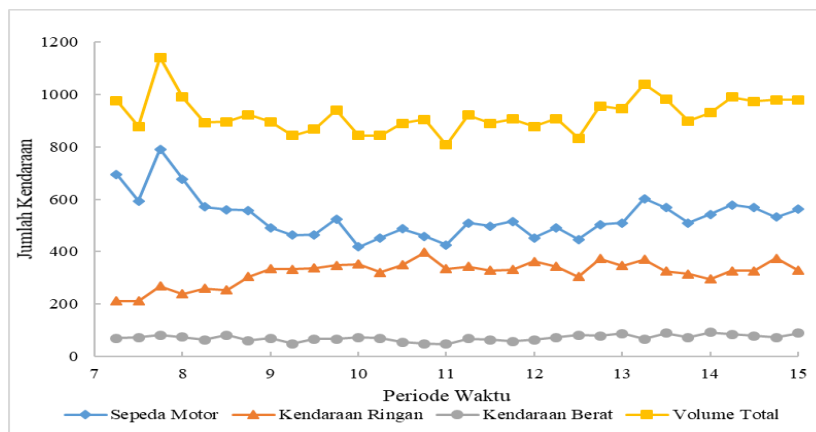
Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang diperoleh dari hasil survai lalu lintas selama 8 jam yaitu pukul 07.00 – 15.00 pada hari Sabtu dan Senin, sebagai berikut terlihat di tabel 1.

Tabel 1. Volume lalu lintas kendaraan hari Sabtu dua arah.

No	Jam	Volume Kendaraan Q (kend/15')									
		UTARA			SELATAN			2 ARAH			
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	Total
1	07.00 - 07.15	496	126	36	199	86	34	695	212	70	977
2	07.15 - 07.30	393	117	31	201	94	42	594	211	73	878
3	07.30 - 07.45	587	161	40	204	108	41	791	269	81	1141

No	Jam	Volume Kendaraan Q (kend/15')									
		UTARA			SELATAN			2 ARAH			
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	Total
4	07.45 - 08.00	408	142	41	269	97	33	677	239	74	990
5	08.00 - 08.15	335	168	38	236	91	25	571	259	63	893
6	08.15 - 08.30	340	161	49	220	93	32	560	254	81	895
7	08.30 - 08.45	326	184	36	232	120	24	558	304	60	922
8	08.45 - 09.00	273	173	51	218	162	18	491	335	69	895
9	09.00 - 09.15	248	218	31	215	115	17	463	333	48	844
10	09.15 - 09.30	250	194	44	214	143	22	464	337	66	867
11	09.30 - 09.45	291	208	42	234	140	25	525	348	67	940
12	09.45 - 10.00	248	183	35	170	169	38	418	352	73	843
13	10.00 - 10.15	237	166	43	215	155	27	452	321	70	843
14	10.15 - 10.30	291	213	37	196	136	17	487	349	54	890
15	10.30 - 10.45	271	236	31	188	161	18	459	397	49	905
16	10.45 - 11.00	243	193	29	183	141	18	426	334	47	807
17	11.00 - 11.15	288	206	44	222	137	24	510	343	68	921
18	11.15 - 11.30	272	181	38	225	147	26	497	328	64	889
19	11.30 - 11.45	289	186	43	227	146	15	516	332	58	906
20	11.45 - 12.00	248	222	41	204	141	22	452	363	63	878
21	12.00 - 12.15	284	206	37	207	138	36	491	344	73	908
22	12.15 - 12.30	218	168	43	229	137	38	447	305	81	833
23	12.30 - 12.45	257	219	36	247	155	42	504	374	78	956
24	12.45 - 13.00	269	199	37	241	148	51	510	347	88	945
25	13.00 - 13.15	293	214	27	309	157	39	602	371	66	1039
26	13.15 - 13.30	284	173	46	284	153	43	568	326	89	983
27	13.30 - 13.45	259	169	34	251	146	39	510	315	73	898
28	13.45 - 14.00	287	162	38	255	134	54	542	296	92	930
29	14.00 - 14.15	304	169	34	275	158	50	579	327	84	990
30	14.15 - 14.30	276	185	33	292	142	46	568	327	79	974
31	14.30 - 14.45	222	218	29	310	157	44	532	375	73	980
32	14.45 - 15.00	263	173	41	299	156	48	562	329	89	980
	Total	9550	5893	1215	7471	4363	1048	17021	10256	2263	29540



Gambar 1. Volume lalu lintas dua arah di Jl. A. Yani

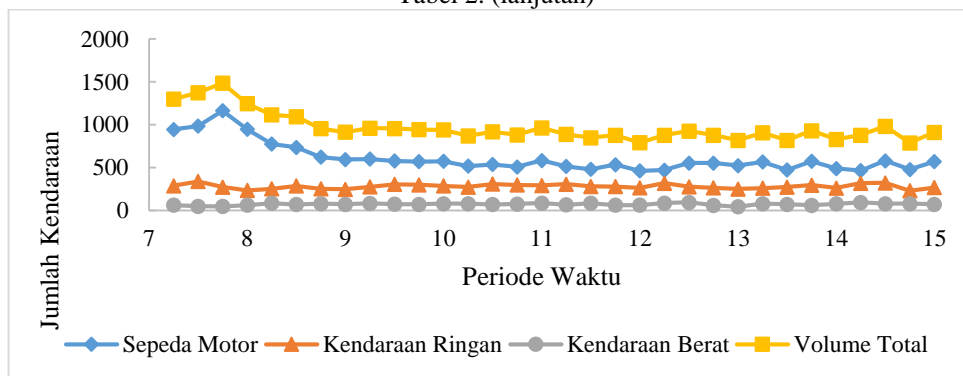
Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui volume lalu lintas pada hari Sabtu. Volume lalu lintas tertinggi terjadi pada pukul 07.30 – 07.45 dengan total 1.141 kendaraan yang terdiri dari 791 sepeda motor, 269 kendaraan ringan, dan 81 kendaraan berat.

Tabel 2. Volume lalu lintas kendaraan hari Senin dua arah.

No	Jam	Volume Kendaraan Q (kend/15')									
		UTARA			SELATAN			2 ARAH			
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	Total
1	07.00 - 07.15	629	169	38	317	119	25	946	288	63	1297

No	Jam	Volume Kendaraan Q (kend/15')									
		UTARA			SELATAN			2 ARAH			
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	Total
2	07.15 - 07.30	649	198	28	336	141	22	985	339	50	1374
3	07.30 - 07.45	825	165	26	338	108	22	1163	273	48	1484
4	07.45 - 08.00	586	159	33	362	76	30	948	235	63	1246
5	08.00 - 08.15	439	149	38	337	104	48	776	253	86	1115
6	08.15 - 08.30	462	175	29	275	112	41	737	287	70	1094
7	08.30 - 08.45	387	159	40	235	95	39	622	254	79	955
8	08.45 - 09.00	330	139	35	264	108	37	594	247	72	913
9	09.00 - 09.15	342	167	37	259	108	47	601	275	84	960
10	09.15 - 09.30	340	198	30	237	108	44	577	306	74	957
11	09.30 - 09.45	345	171	30	226	128	43	571	299	73	943
12	09.45 - 10.00	304	182	35	271	104	44	575	286	79	940
13	10.00 - 10.15	324	160	36	194	113	44	518	273	80	871
14	10.15 - 10.30	287	188	40	249	122	31	536	310	71	917
15	10.30 - 10.45	289	166	41	219	132	35	508	298	76	882
16	10.45 - 11.00	313	158	47	271	134	41	584	292	88	964
17	11.00 - 11.15	294	189	38	220	118	28	514	307	66	887
18	11.15 - 11.30	268	153	44	213	129	42	481	282	86	849
19	11.30 - 11.45	295	174	35	240	106	28	535	280	63	878
20	11.45 - 12.00	247	158	25	216	107	37	463	265	62	790
21	12.00 - 12.15	253	189	38	219	129	50	472	318	88	878
22	12.15 - 12.30	292	153	44	262	125	51	554	278	95	927
23	12.30 - 12.45	316	174	35	237	90	26	553	264	61	878
24	12.45 - 13.00	308	158	25	215	94	19	523	252	44	819
25	13.00 - 13.15	251	179	40	315	82	39	566	261	79	906
26	13.15 - 13.30	254	172	31	219	101	42	473	273	73	819
27	13.30 - 13.45	287	172	34	287	124	27	574	296	61	931
28	13.45 - 14.00	261	152	44	229	110	34	490	262	78	830
29	14.00 - 14.15	191	165	49	274	154	45	465	319	94	878
30	14.15 - 14.30	262	144	35	318	179	45	580	323	80	983
31	14.30 - 14.45	208	114	42	271	116	38	479	230	80	789
32	14.45 - 15.00	276	165	32	295	104	40	571	269	72	912
	Total	11114	5314	1154	8420	3680	1184	19534	8994	2338	30866

Tabel 2. (lanjutan)



Gambar 2. Grafik Volume lalu lintas dua arah di Jl. A. Yani

Berdasarkan Gambar 2. dapat diketahui volume lalu lintas di Jl. A. Yani pada hari Senin. Volume lalu lintas tertinggi terjadi pada pukul 07.30 – 07.45 dengan total 1.484 kendaraan yang terdiri dari 1.163 sepeda motor, 273 kendaraan ringan, dan 48 kendaraan berat.

Dalam perhitungan tingkat kebisingan salah satu parameter untuk menghitung menggunakan prosentase kendaraan berat. Prosentase kendaraan berat berkisar antara 4 – 10 % dari total kendaraan yang melintas.

Perhitungan prosentase kendaraan berat dengan rumus berikut:

$$P_{HV} = (Q_{HV} / Q_{total}) \times 100 \% \tag{10}$$

Tabel 3. Prosentase kendaraan berat pada hari Sabtu dan Senin

No	Jam	Q HV	Q Total	Presentase kendaraan berat (%)	Q HV	Q Total	Presentase kendaraan berat (%)						
								Hari Sabtu			Hari Senin		
1	07.00 - 07.15	70	977	7,16	63	1297	4,86						
2	07.15 - 07.30	73	878	8,31	50	1374	3,64						
3	07.30 - 07.45	81	1141	7,10	48	1484	3,23						
4	07.45 - 08.00	74	990	7,47	63	1246	5,06						
5	08.00 - 08.15	63	893	7,05	86	1115	7,71						
6	08.15 - 08.30	81	895	9,05	70	1094	6,40						
7	08.30 - 08.45	60	922	6,51	79	955	8,27						
8	08.45 - 09.00	69	895	7,71	72	913	7,89						
9	09.00 - 09.15	48	844	5,69	84	960	8,75						
10	09.15 - 09.30	66	867	7,61	74	957	7,73						
11	09.30 - 09.45	67	940	7,13	73	943	7,74						
12	09.45 - 10.00	73	843	8,66	79	940	8,40						
13	10.00 - 10.15	70	843	8,30	80	871	9,18						
14	10.15 - 10.30	54	890	6,07	71	917	7,74						
15	10.30 - 10.45	49	905	5,41	76	882	8,62						
16	10.45 - 11.00	47	807	5,82	88	964	9,13						
17	11.00 - 11.15	68	921	7,38	66	887	7,44						
18	11.15 - 11.30	64	889	7,20	86	849	10,13						
19	11.30 - 11.45	58	906	6,40	63	878	7,18						
20	11.45 - 12.00	63	878	7,18	62	790	7,85						
21	12.00 - 12.15	73	908	8,04	88	878	10,02						
22	12.15 - 12.30	81	833	9,72	95	927	10,25						
23	12.30 - 12.45	78	956	8,16	61	878	6,95						
24	12.45 - 13.00	88	945	9,31	44	819	5,37						
25	13.00 - 13.15	66	1039	6,35	79	906	8,72						
26	13.15 - 13.30	89	983	9,05	73	819	8,91						
27	13.30 - 13.45	73	898	8,13	61	931	6,55						
28	13.45 - 14.00	92	930	9,89	78	830	9,40						
29	14.00 - 14.15	84	990	8,48	94	878	10,71						
30	14.15 - 14.30	79	974	8,11	80	983	8,14						
31	14.30 - 14.45	73	980	7,45	80	789	10,14						
32	14.45 - 15.00	89	980	9,08	72	912	7,89						

Kecepatan

Kecepatan kendaraan diperoleh dari data waktu tempuh tiap jenis kendaraan yang melintas. Kemudian kecepatan dihitung dengan rumus (7) diperoleh kecepatan rata rat kendaraan sebagai berikut :

Tabel 4. Kecepatan rata-rata kendaraan hari Sabtu

No	Jam	Kecepatan rata-rata setiap jenis kendaraan (km/jam)			Kecepatan rata-rata (km/jam)
		MC	LV	HV	
1	07.00-07.15	41,53	47,33	30,87	41,69
2	07.15-07.30	37,60	41,98	29,75	37,66
3	07.30-07.45	33,54	42,53	38,76	36,48
4	07.45-08.00	32,32	42,83	31,70	34,78
5	08.00-08.15	31,50	42,26	31,00	34,46
6	08.15-08.30	31,40	40,71	27,95	33,69
7	08.30-08.45	31,97	42,67	29,70	35,16
8	08.45-09.00	33,54	43,06	28,11	36,24
9	09.00-09.15	30,64	40,64	27,12	33,84
10	09.15-09.30	31,70	40,61	29,20	34,73
11	09.30-09.45	31,01	43,94	24,84	34,85
12	09.45-10.00	31,33	42,05	27,18	35,02
13	10.00-10.15	29,62	43,92	29,15	34,73
14	10.15-10.30	33,85	47,45	31,97	38,52
15	10.30-10.45	31,66	45,24	34,29	37,51

No	Jam	Kecepatan rata-rata setiap jenis kendaraan (km/jam)			Kecepatan rata-rata (km/jam)
		MC	LV	HV	
16	10.45-11.00	30,73	44,02	27,47	35,59
17	11.00-11.15	30,42	44,54	27,79	35,32
18	11.15-11.30	30,75	44,34	32,30	35,74
19	11.30-11.45	30,84	45,33	29,37	35,69
20	11.45-12.00	29,26	45,75	29,33	35,39
21	12.00-12.15	47,93	39,93	27,56	42,47
22	12.15-12.30	50,02	37,51	27,93	42,46
23	12.30-12.45	45,33	33,06	25,79	38,47
24	12.45-13.00	46,49	37,04	27,80	40,92
25	13.00-13.15	46,97	36,17	23,64	40,78
26	13.15-13.30	44,39	33,67	26,63	38,94
27	13.30-13.45	43,86	30,30	31,53	37,64
28	13.45-14.00	42,23	37,53	35,91	39,99
29	14.00-14.15	46,65	37,93	34,29	42,45
30	14.15-14.30	47,09	33,33	34,82	41,16
31	14.30-14.45	46,61	34,96	26,21	40,03
32	14.45-15.00	47,47	33,32	36,21	41,36

Tabel 5. Kecepatan rata-rata kendaraan hari Senin

No	Jam	Kecepatan rata-rata setiap jenis kendaraan (km/jam)			Kecepatan rata-rata (km/jam)
		MC	LV	HV	
1	07.00-07.15	34,39	40,69	27,24	33,09
2	07.15-07.30	33,33	38,90	33,02	32,25
3	07.30-07.45	33,53	41,34	29,21	32,72
4	07.45-08.00	35,23	43,50	27,63	34,28
6	08.15-08.30	31,69	39,34	30,04	31,07
7	08.30-08.45	32,94	36,58	29,13	30,89
8	08.45-09.00	35,29	37,86	28,09	32,29
9	09.00-09.15	34,24	34,96	24,58	29,44
10	09.15-09.30	33,38	42,08	22,93	32,67
11	09.30-09.45	34,82	37,00	26,85	32,08
12	09.45-10.00	34,43	39,10	28,26	32,34
13	10.00-10.15	33,02	36,89	26,83	30,68
14	10.15-10.30	37,26	39,72	27,12	34,20
15	10.30-10.45	35,54	37,87	28,36	32,35
16	10.45-11.00	34,78	38,71	29,50	32,38
17	11.00-11.15	37,65	36,97	27,87	33,51
18	11.15-11.30	33,37	38,27	28,70	31,15
19	11.30-11.45	35,26	36,86	28,08	31,89
20	11.45-12.00	37,14	39,57	30,19	33,91
21	12.00-12.15	36,11	42,02	24,78	34,00
22	12.15-12.30	35,45	42,48	26,43	34,08
23	12.30-12.45	36,14	41,38	27,96	33,84
24	12.45-13.00	35,00	41,87	29,91	33,17
25	13.00-13.15	36,72	39,87	24,65	33,59
26	13.15-13.30	37,36	34,52	22,13	32,16
27	13.30-13.45	43,28	34,29	24,49	35,94
28	13.45-14.00	36,05	38,93	27,09	32,72
29	14.00-14.15	35,55	37,57	24,89	32,13
30	14.15-14.30	37,83	37,13	23,54	33,62
31	14.30-14.45	38,32	32,00	21,25	31,75
32	14.45-15.00	37,39	35,13	21,99	32,64

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 dapat diketahui kecepatan rata-rata kendaraan. Pada hari Sabtu kecepatan rata-rata tertinggi adalah 42,47 km/jam yaitu pada pukul 12.00 – 12.15 dan hari Senin kecepatan rata-rata tertinggi 35,94 km/jam terjadi pada pukul 13.30 – 13.45.

Gradien

Gradien atau kemiringan jalan bisa diketahui nilainya dengan cara menggunakan *waterpass*. Dengan menggunakan panjang segmen sebesar 50 meter.

Titik 1 (jarak = 0 meter)

Hasil pembacaan alat *waterpass*

Benang Atas (BA) = 1,65

Benang Bawah (BB) = 1,37

Benang Tengah (BT₁) = $\frac{BA+BB}{2}$

$$= \frac{1,65+1,37}{2} = 1,51$$

Mencari beda tinggi kedua titik

$$\Delta h = |BT_1 - BT_2| = |1,51 - 1,45| = 0,06$$

Gradien = $(\Delta h / L)$

$$= (0,06 / 50)$$

$$= 0,0012$$

Titik 2 (jarak = 50 meter)

Hasil pembacaan alat *waterpass*

Benang Atas (BA) = 1,57

Benang Bawah (BB) = 1,33

Benang Tengah (BT₂) = $\frac{BA+BB}{2}$

$$= \frac{1,57+1,33}{2} = 1,45$$

Berdasarkan perhitungan diatas gradien Jl. A. Yani depan SMP Muhammadiyah Kartasura sebesar 0,0012 atau 0,12%.

Kebisingan

Prediksi tingkat kebisingan pada penelitian ini menggunakan rumus secara empirik1-6 dan diperoleh tingkat kebisingan sebagai berikut :

Tabel 6. Prediksi tingkat kebisingan pada hari Sabtu dan Senin

Waktu	Tingkat Kebisingan Empirik dB(A)	
	Hari Sabtu	Hari Senin
07.00 - 07.15	67,68	67,82
07.15 - 07.30	67,44	67,59
07.30 - 07.45	68,08	67,72
07.45 - 08.00	67,54	67,84
08.00 - 08.15	66,90	68,17
08.15 - 08.30	67,46	67,65
08.30 - 08.45	66,91	67,61
08.45 - 09.00	67,08	67,40
09.00 - 09.15	66,15	67,82
09.15 - 09.30	66,91	67,48
09.30 - 09.45	67,15	67,44
09.45 - 10.00	67,25	67,62
10.00 - 10.15	67,08	67,48
10.15 - 10.30	66,67	67,35
10.30 - 10.45	66,57	67,39
10.45 - 11.00	66,12	67,94
11.00 - 11.15	67,14	67,08
11.15 - 11.30	67,04	67,63
11.30 - 11.45	66,68	66,93
11.45 - 12.00	66,87	66,75
12.00 - 12.15	67,82	67,79
12.15 - 12.30	67,80	68,08
12.30 - 12.45	67,77	66,88
12.45 - 13.00	68,13	66,06
13.00 - 13.15	67,71	67,57
13.15 - 13.30	68,15	67,17
13.30 - 13.45	67,48	67,15
13.45 - 14.00	68,17	67,37
14.00 - 14.15	68,19	67,93
14.15 - 14.30	67,94	67,76
14.30 - 14.45	67,69	67,32
14.45 - 15.00	68,27	67,34

Selain menghitung secara empirik, penelitian juga menggunakan alat yaitu *Sound Level Meter*. Jenis alat yang digunakan adalah *Sound Level Meter* TENMARS tipe TM-101. Alat tersebut diletakkan dari tepi jalan berjarak 15

meter, survai yang dilakukan selama 8 jam dari pukul 07.00-15.00. Pembacaan alat pada setiap 5 detik, setiap durasi satu jam memperoleh 720 data. Dari hasil survai menggunakan alat diperoleh tingkat kebisingan sebagai berikut :
Tingkat kebisingan berdasarkan alat pada hari Sabtu pukul 07.00 – 07.15:

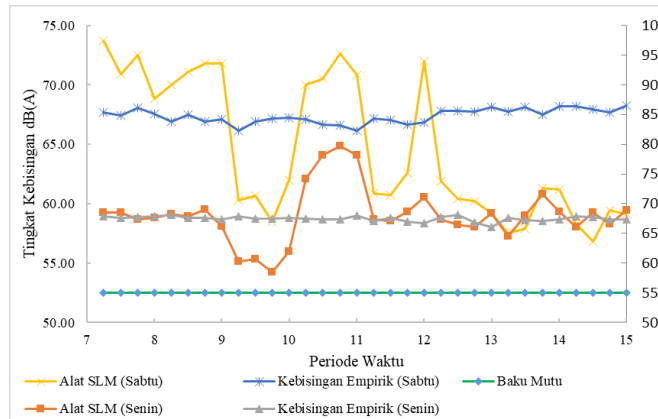
$$\begin{aligned} \text{Leq (15 menit)} &= 10\text{Log}_{10} \frac{1}{n} [10^{0,1L_1} + \dots + 10^{0,1L_n}] \text{ dB(A)} \\ &= 10\text{Log}_{10} \frac{1}{180} [42403562000] \text{ dB(A)} \\ &= 73,72 \text{ dB(A)} \end{aligned} \quad (1)$$

Hasil tingkat kebisingan berdasarkan alat disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Tingkat kebisingan menggunakan alat pada hari Sabtu dan Senin

No	Jam	Sound Level Meter dB(A)	
		Sabtu	Senin
1	07.00-07.15	73,72	68,52
2	07.15-07.30	70,89	68,47
3	07.30-07.45	72,52	67,32
4	07.45-08.00	68,83	67,63
5	08.00-08.15	69,98	68,28
6	08.15-08.30	71,11	67,85
7	08.30-08.45	71,79	69,06
8	08.45-09.00	71,81	66,19
9	09.00-09.15	60,26	60,26
10	09.15-09.30	60,64	60,64
11	09.30-09.45	58,47	58,47
12	09.45-10.00	61,96	61,96
13	10.00-10.15	70,00	74,16
14	10.15-10.30	70,50	78,20
15	10.30-10.45	72,63	79,72
16	10.45-11.00	70,84	78,19
17	11.00-11.15	60,85	67,30
18	11.15-11.30	60,76	67,12
19	11.30-11.45	62,61	68,61
20	11.45-12.00	71,96	71,02
21	12.00-12.15	61,86	67,29
22	12.15-12.30	60,43	66,43
23	12.30-12.45	60,21	66,02
24	12.45-13.00	59,20	68,37
25	13.00-13.15	57,53	64,56
26	13.15-13.30	57,88	67,98
27	13.30-13.45	61,30	71,56
28	13.45-14.00	61,21	68,58
29	14.00-14.15	58,32	66,04
30	14.15-14.30	56,81	68,45
31	14.30-14.45	59,47	66,64
32	14.45-15.00	59,10	68,90

Berdasarkan hasil tingkat kebisingan menggunakan alat semua melebihi tingkat kebisingan yang diijinkan.



Gambar 3. Tingkat kebisingan di SMP Muhammadiyah 1 Kartasura terhadap baku mutu Berdasarkan Gambar 3. diketahui tingkat kebisingan dari alat SLM maupun secara empirik. Tingkat kebisingan yang dihasilkan dari pukul 07.00 – 15.00 melebihi baku mutu yang diijinkan.

Tingkat Polusi Udara

Perhitungan tingkat polusi udara menggunakan persamaan dan faktor koreksi yang dikembangkan oleh Siti Malkhamah. Contoh perhitungan kadar polutan CO pada Sabtu pukul 07.00 – 07.15 sebagai berikut.

Data yang diketahui

- Q_{kend.ringan} = 212 kendaraan
- Q_{kend.berat} = 70 kendaraan
- Faktor koreksi oleh jarak (jarak 15 meter)
- CO_{kend.ringan} = 0,41
- CO_{kend.berat} = 0,30
- Faktor koreksi oleh kecepatan (V= 41,69 km/jam)
- CO_{kend.ringan} = 3,15
- CO_{kend.berat} = 1,27

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar polutan} &= \left(\left(\frac{Q_{kend.berat}}{1000} \times (\text{faktor koreksi jarak} \times \text{faktor koreksi kecepatan}) \right) + \right. \\
 &\left. \left(\frac{Q_{kend.ringan}}{1000} \times (\text{faktor koreksi jarak} \times \text{faktor koreksi kecepatan}) \right) \right) \\
 &= \left(\left(\frac{70}{1000} \times (0,30 \times 1,27) \right) + \left(\frac{212}{1000} \times (0,41 \times 3,15) \right) \right) \\
 &= 0,300 \text{ ppm} \\
 0,300 \text{ ppm} &= \frac{0,300 \times 28,01}{24,45} \times 10^3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \\
 &= 344,111 \mu\text{g}/\text{Nm}^3
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan sampai pukul 15.00 dan hasil yang diperoleh disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Kadar Polutan pada hari Sabtu

Jam	Volume Lalu Lintas		CO	HC	Nox	PM
	K.Ringan (Kend/jam)	K.Berat (Kend/jam)	($\frac{\mu\text{g}}{\text{Nm}^3}$)	($\frac{\mu\text{g}}{\text{Nm}^3}$)	($\frac{\mu\text{g}}{\text{Nm}^3}$)	($\frac{\mu\text{g}}{\text{Nm}^3}$)
07.00-07.15	212	70	344,111	28,394	112,861	8620312,988
07.15-07.30	211	73	380,671	31,423	128,182	9904668,787
07.30-07.45	269	81	494,992	40,814	154,271	11506595,186
07.45-08.00	239	74	462,423	38,137	146,341	10995110,837
08.00-08.15	259	63	496,701	40,893	138,289	9719013,626
08.15-08.30	254	81	508,639	41,958	163,615	12387070,392
08.30-08.45	304	60	564,062	46,382	141,745	9344493,036
08.45-09.00	335	69	604,495	49,718	155,012	10357967,233
09.00-09.15	333	48	632,390	51,924	138,459	8212990,417
09.15-09.30	337	66	632,887	52,039	158,464	10420812,186

Jam	Volume Lalu Lintas		CO	HC	Nox	PM
	K.Ringan (Kend/jam)	K.Berat (Kend/jam)	$\left(\frac{\mu g}{Nm^3}\right)$	$\left(\frac{\mu g}{Nm^3}\right)$	$\left(\frac{\mu g}{Nm^3}\right)$	$\left(\frac{\mu g}{Nm^3}\right)$
09.30-09.45	348	67	650,657	53,495	161,618	10570162,223
09.45-10.00	352	73	657,641	54,091	169,195	11330013,955
10.00-10.15	321	70	606,462	49,896	159,874	10873802,226
10.15-10.30	349	54	584,055	47,970	131,678	8005949,937
10.30-10.45	397	49	676,347	55,501	139,387	7821674,574
10.45-11.00	334	47	602,643	49,477	130,671	7685601,185
11.00-11.15	343	68	633,720	52,111	159,585	10535505,513
11.15-11.30	328	64	598,327	49,196	149,551	9823043,849
11.30-11.45	332	58	603,114	49,562	143,321	9079911,234
11.45-12.00	363	63	664,769	54,627	157,510	9957027,339
12.00-12.15	344	73	530,599	43,648	138,032	9309659,399
12.15-12.30	305	81	477,524	39,337	139,136	10028243,818
12.30-12.45	374	78	636,223	52,331	164,128	11010031,574
12.45-13.00	347	88	561,935	46,276	159,839	11370332,439
13.00-13.15	371	66	590,358	48,518	141,433	9014452,949
13.15-13.30	326	89	557,710	45,952	164,885	11976082,087
13.30-13.45	315	73	551,284	45,373	149,774	10376405,461
13.45-14.00	296	92	498,175	41,086	157,988	11882026,271
14.00-14.15	327	84	510,940	42,080	146,305	10445967,588
14.15-14.30	327	79	524,755	43,201	145,593	10211900,146
14.30-14.45	375	73	610,759	50,218	152,491	10008695,666
14.45-15.00	329	89	529,617	43,634	155,822	11289006,781

Tabel 9. Kadar Polutan pada hari Senin

Jam	Volume Lalu Lintas		CO	HC	Nox	PM
	K.Ringan (Kend/jam)	K.Berat (Kend/jam)	$\left(\frac{\mu g}{Nm^3}\right)$	$\left(\frac{\mu g}{Nm^3}\right)$	$\left(\frac{\mu g}{Nm^3}\right)$	$\left(\frac{\mu g}{Nm^3}\right)$
07.00-07.15	288	63	571,252	47,000	150,822	10267980,954
07.15-07.30	339	50	676,277	55,533	149,463	8937394,932
07.30-07.45	273	48	541,046	44,463	128,940	8186309,904
07.45-08.00	235	63	456,092	37,574	133,551	9651175,712
08.00-08.15	253	86	532,305	43,933	177,460	13653003,603
08.15-08.30	287	70	610,567	50,269	170,226	11973045,858
08.30-08.45	254	79	553,560	45,654	175,619	13210356,917
08.45-09.00	247	72	512,235	42,225	156,852	11598378,660
09.00-09.15	275	84	627,749	51,766	197,186	14762909,791
09.15-09.30	306	74	618,725	50,937	171,751	12050183,195
09.30-09.45	299	73	616,126	50,726	171,863	12091777,939
09.45-10.00	286	79	589,595	48,583	175,400	12781200,626
10.00-10.15	273	80	596,100	49,140	183,055	13555117,787
10.15-10.30	310	71	596,652	49,104	161,148	11125020,537
10.30-10.45	298	76	610,736	50,297	174,227	12413893,222
10.45-11.00	292	88	605,397	49,917	188,768	14082713,739
11.00-11.15	307	66	600,617	49,411	157,235	10647571,785
11.15-11.30	282	86	608,305	50,162	190,910	14287031,039
11.30-11.45	280	63	577,175	47,495	154,517	10610183,176
11.45-12.00	265	62	514,994	42,389	140,585	9767485,399
12.00-12.15	318	88	623,803	51,402	185,757	13542788,394
12.15-12.30	278	95	553,711	45,702	185,150	14263280,416
12.30-12.45	264	61	513,709	42,280	139,359	9646277,315
12.45-13.00	252	44	492,461	40,469	116,997	7410865,702
13.00-13.15	261	79	521,811	43,027	163,092	12181161,029
13.15-13.30	273	73	564,731	46,523	165,140	11925377,269
13.30-13.45	296	61	538,640	44,302	138,160	9233489,264

13.45-14.00	262	78	537,040	44,277	166,341	12369504,229
14.00-14.15	319	94	665,349	54,851	204,937	15197959,989
14.15-14.30	323	80	635,601	52,335	178,604	12618715,260
14.30-14.45	230	80	492,458	40,653	166,328	12869021,553
14.45-15.00	269	72	548,324	45,172	160,423	11587938,161

Baku tingkat kadar polutan CO adalah 30.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, NO_x sebesar 400 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, HC sebesar 160 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dan PM sebesar 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa kadar polutan PM melebihi baku mutu di semua jam. Untuk kadar polutan CO, NO_x , dan HC menunjukkan angka dibawah baku mutu udara ambien dan dapat ditolerir.

Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Volume lalu lintas berkisar antara 3.404 – 5.192 kend/jam
- 2) Kecepatan kendaraan rata-rata di ruas jalan tersebut sekitar 30-43 km/ jam untuk semua jenis kendaraan.
- 3) Tingkat kebisingan yang terjadi :
 - a) Rata-rata tingkat kebisingan secara empirik 67,42 dB(A) dan rata-rata kebisingan menggunakan alat 66,33 dB(A).
 - b) Tingkat kebisingan berdasarkan perhitungan empirik dan perhitungan menggunakan alat melebihi baku mutu yang diijinkan.
 - c) Rata-rata perbedaan tingkat kebisingan antara perhitungan empirik maupun menggunakan alat sebesar 1,09 dB(A).
 - d) Kadar polutan disekitar yang terjadi :
 - Rata-rata kadar polutan Karbon Monoksida (CO) sebesar 567 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ masih bisa ditolerir karena dibawah baku mutu yang diijinkan yaitu 30.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.
 - Rata-rata kadar polutan Hidro Karbon (HC) sebesar 47 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tidak melebihi baku mutu yang diijinkan yaitu 160 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.
 - Rata-rata kadar polutan Nitrogen Oksida (NO_x) sebesar 157 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tidak melebihi baku mutu yang diijinkan yaitu 400 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.
 - Rata-rata kadar polutan Partikulat Material (PM) yaitu 10.977.713 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tidak bisa ditolerir karena melebihi baku mutu yang diijinkan sebesar 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Daftar Pustaka

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan tentang Prediksi Kebisingan Akibat Lalu Lintas*. Pd T-10-2004-B. Jakarta.
- Djalante, Susanti, Laode Muh. N dan Try Sugiyarto. 2013. *Simulasi Tingkat Kebisingan dan Kadar Polutan Sebagai Akibat Aktivitas Transportasi pada Kawasan Perdagangan Kota Kendari (Studi Kasus: Kawasan Perdagangan Jalan MT. Haryono Kec. Wua-wua Kota Kendari*. Jurnal MEKTEK Tahun XV No. 2. Mei 2013.
- Djalante, Susanti. 2010. *Analisis Tingkat Kebisingan di Jalan Raya yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APIL) (Studi Kasus: Simpang Ade Swalayan)*. Jurnal SMARTek, Volume 8 No. 4. November 2010.
- Keputusan Menteri. 1996. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan*. Jakarta.