

KINERJA RUAS JALAN MANADO - BITUNG

Dhewanty Rahayu Puteri

Theo K. Sendow, M. J. Paransa

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: dhewantyputeri@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kota Bitung adalah salah satu kota di Provinsi Sulawesi Utara yang terletak pada posisi geografis antara $1^{\circ} 23' 23'' - 1^{\circ} 35' 39''$ LU dan $125^{\circ} 1' 43'' - 125^{\circ} 18' 13''$ BT, dengan memiliki luas wilayah daratan 304 km^2 . Pembangunan di kota Bitung berkembang dengan cepat. Bertambahnya penduduk dan banyaknya kesibukan kegiatan industri yang terjadi pada kota Bitung membuat arus lalu lintas pada ruas jalan menuju kota Bitung meningkat sehingga sering mengalami kemacetan.

Salah satu ruas jalan yang sering mengalami kemacetan adalah pada ruas jalan Manado–Bitung segmen Airmadidi-Kairagi. Berdasarkan pengamatan visual kinerja jalan menurun, maka perlu dilakukan analisa kinerja pada jalan tersebut dengan ukuran-ukuran kinerja yaitu: Kecepatan rata-rata waktu perjalanan, Derajat Kejenuhan (DS), dan waktu tempuh.

Penelitian ini mengenai “Kinerja Ruas Jalan Manado–Bitung dengan Menggunakan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas ruas jalan Manado–Bitung apakah masih memadai atau tidak.

Dari hasil pengolahan data volume lalu lintas yang diambil di lapangan pada Bulan Juni minggu ke 3 tahun 2015 pada Ruas Jalan Manado–Bitung Segmen Jalan Airmadidi–Kairagi, 2/2-UD lebar 7 meter didapatkan LHR tahun 2015 adalah sebesar 17383 smp/hari (24533 kendaraan/hari) dengan proporsi LV = 42.5% , MHV = 6.4%, LT = 1.8%, LB = 0.6% dan MC = 48.7%. Pembagian arah adalah sebesar 47.9% dari arah Manado Bitung dan 52.1% dari arah Bitung Manado. Analisa perencanaan, juga berdasarkan Q_{DH} pada jam puncak pada rata-rata hari kerja yaitu = 1912 smp/jam, nilai DS yaitu berturut-turut sebesar 0.89 dan 0.85 (tahun 2020). Yang berarti, Kinerja Segmen Jalan sampai 5 (lima) tahun kedepan (sampai Tahun 2020) masih bisa melayani lalu lintas dengan baik karena nilai DS masih < 1.00

Kata Kunci : Kinerja Ruas Jalan, Manado, Bitung, MKJI

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Bitung adalah salah satu kota di Provinsi Sulawesi Utara yang terletak pada posisi geografis antara $1^{\circ} 23' 23'' - 1^{\circ} 35' 39''$ LU dan $125^{\circ} 1' 43'' - 125^{\circ} 18' 13''$ BT. Dengan memiliki luas wilayah daratan 304 km^2 ini, Kota Bitung memiliki perkembangan pembangunan cepat. Seiring dengan perkembangan yang ada, Bitung menjadi suatu kawasan yang strategis sehingga jumlah penduduk semakin bertambah pesat, ini dikarenakan perkembangan sektor industri yang mencapai nilai tertinggi sehingga sangat membantu perekonomian penduduk yang ada di kota itu terutama meluasnya kesempatan kerja dan bertambahnya perusahaan industri sehingga meningkatkan kesejahteraan penduduk. Pada tahun 2004 sektor angkutan dan komunikasi memberikan kontribusi paling besar dalam perekonomian dimana industri di Kota Bitung

didominasi oleh industri perikanan, galangan kapal dan industri minyak kelapa, selain itu ada juga industri transportasi laut, makanan, baja, industri menengah dan kecil. Bertambahnya penduduk dan banyaknya kesibukan kegiatan industri yang terjadi pada kota Bitung membuat arus lalu lintas pada ruas jalan menuju kota Bitung meningkat sehingga sering mengalami kemacetan.

Salah satu ruas jalan yang sering mengalami kemacetan adalah pada ruas jalan Manado–Bitung segmen Airmadidi-Kairagi. Pertumbuhan ekonomi di Kota Manado dan Kota Bitung berdampak besar terhadap volume kendaraan yang lewat pada segmen jalan Manado–Bitung, dikarenakan jalan Manado–Bitung merupakan jalan penghubung antar dua kota tersebut, maka secara tidak langsung berdampak terhadap kinerja jalan Manado–Bitung. Salah satu faktor yang dapat menghambat kelancaran lalu lintas pada jalan Manado–Bitung adalah meningkatnya

arus lalu lintas dan volume kendaraan yang besar pada saat jam-jam sibuk, hambatan samping yang sering terjadi karena adanya aktifitas perdagangan pada jalan Manado–Bitung dan aktifitas naik turun penumpang dari angkutan umum, serta kendaraan yang tiba-tiba berhenti pada salah satu badan jalan, dimana kondisi eksisting pada jalan Manado-Bitung tidak memadai sehingga mengakibatkan antrian kendaraan yang sangat panjang dan bahkan bisa mengurangi waktu tempuh perjalanan.

Berdasarkan pengamatan visual kinerja jalan menurun, maka perlu dilakukan analisa kinerja pada jalan tersebut dengan ukuran-ukuran kinerja yaitu: Kecepatan rata-rata waktu perjalanan, Derajat Kejenuhan (DS), dan waktu tempuh. Juga perlu untuk melakukan tindakan perencanaan pelebaran jalan yang ada untuk meningkatkan kapasitas jalan dikemudian hari dengan memperhatikan kinerja jalan dari tahun ketahun berikutnya. Sehingga langkah penanganan dapat diperkirakan sebelum masalah kemacetan semakin lebih parah.

Pembatasan Masalah

Ruas jalan Manado–Bitung terdiri dari beberapa segmen jalan, yaitu segmen Batas Kota Bitung-Kauditan, Kauditan-Airmadidi, Airmadidi-Kairagi, Kairagi-Batas Kota Manado. Segmen jalan yang sering mengalami kemacetan adalah pada segmen Airmadidi–Kairagi, sehingga dalam penelitian ini kinerja segmen jalan Airmadidi–Kairagi menjadi segmen jalan yang akan diteliti dengan membatasi panjang segmen jalan ini sepanjang 2,2 km yaitu dari Pertigaan Paniki Atas (ke jalan SBY) sampai depan Hotel Sutan Raja.

Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian ini, adalah:

- a. Mengetahui sifat-sifat arus lalu lintas pada segmen jalan Airmadidi–Kairagi yang dijelaskan dengan nilai LHR, variasi volume dan komposisi kendaraan tiap jam (pola lalu lintas), kecepatan arus bebas, kecepatan arus rata-rata, derajat kejenuhan, derajat iringan dan kapasitas.
- b. Menghitung hubungan antara kecepatan dan volume lalu lintas.
- c. Menghitung hubungan antara kecepatan dan kepadatan lalu lintas.
- d. Menghitung kinerja jalan pada kondisi eksisting/operasional dari tahun pengamatan sampai lima tahun kedepan.

- e. Menghitung kinerja jalan pada kondisi perencanaan.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, adalah:

1. Mengetahui kondisi eksisting kinerja Ruas Jalan Manado-Bitung
2. Merencanakan usaha untuk meningkatkan kinerja jalan pada masa akan datang.

LANDASAN TEORI

Segmen Jalan Luar Kota

Ruas jalan merupakan bagian atau penggal jalan diantara dua simpul/persimpangan sebidang atau tidak sebidang baik yang dilengkapi dengan alat pemberi isyarat lalu lintas ataupun tidak, sedangkan segmen jalan yaitu suatu panjang jalan diantara dan tidak terpengaruh oleh simpang utama dan mempunyai rencana geometrik dan arus serta komposisi lalu lintas yang serupa di seluruh panjangnya

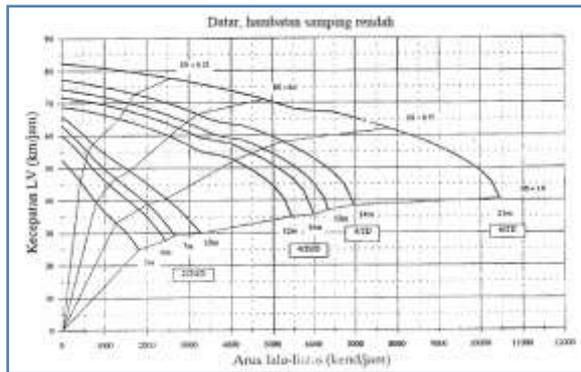
Kinerja Ruas Jalan

Dalam perencanaan dan analisis operasional (untuk meningkatkan) ruas jalan luar kota yang sudah ada, tujuannya sering untuk membuat perbaikan kecil terhadap geometri jalan di dalam mempertahankan perilaku lalu lintas yang diinginkan. Gambar 1 menggambarkan hubungan antara kecepatan kendaraan ringan rata-rata (km/jam) dan arus lalu lintas total (kedua arah) jalan luar kota pada alinyemen datar dengan hambatan samping rendah.

Hasilnya menunjukkan rentang perilaku lalu lintas masing-masing tipe jalan, dan dapat digunakan sebagai sasaran perancangan atau alternatif anggapan, misalnya dalam analisa perencanaan dan operasional untuk meningkatkan ruas jalan yang sudah ada. Dalam hal seperti ini, perlu diperhatikan untuk tidak melewati derajat kejenuhan (DS) 0,75 pada jam puncak tahun rencana.

Variabel

Variable terdiri dari: arus dan komposisi lalu lintas, kecepatan arus bebas, kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan, derajat iringan.



Gambar 1. Perilaku lalulintas pada jalan luar kota datar. DS dan LV
Sumber : MKJI 1997

Arus dan Komposisi Lalulintas

Sepanjang manual, nilai arus lalulintas (Q) mencerminkan komposisi lalulintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalulintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut:

- Kendaraan ringan (meliputi mobil penumpang, minibus, truck pick-up dan jeep)
- Kendaraan berat menengah (meliputi truck dua gandar dan bus kecil)
- Bus besar
- Truck besar (meliputi truck tiga gandar dan truck gandengan)
- Sepeda motor

Pengaruh kehadiran kendaraan tak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping.

Ekuivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan, tipe alinyemen dan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam kendaraan/jam.

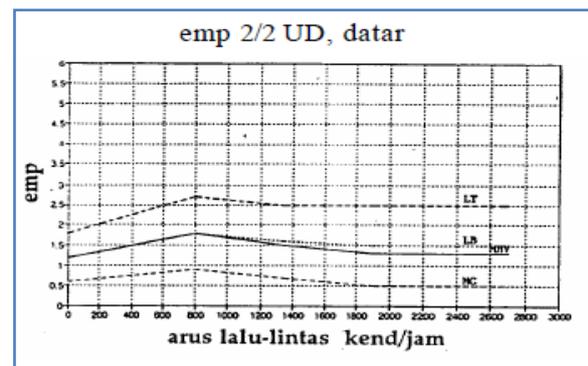
Ekuivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk kendaraan menengah (MHV), bus besar (LB), Truk besar (LT) (termasuk truk kombinasi) dan sepeda motor diberikan pada Tabel 2, sebagai fungsi tipe jalan, tipe alinyemen (formulir IR-1) dan arus lalulintas (kendaraan / jam) untuk jalan 2/2 UD, emp sepeda motor tergantung juga kepada lebar jalur lalulintas. Untuk kendaraan ringan (LV) emp selalu 1,0.

Tentukan emp masing-masing tipe kendaraan dari tabel yaitu dengan interpolasi arus lalulintas, atau menggunakan diagram pada Gambar 2. Masukkan hasilnya kedalam formulir IR-2

Tabel 1. Ekuivalensi Kendaraan Penumpang (emp) untuk jalan 2/2 UD

Tipe alinyemen	Arus Total (kend/jam)	emp					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar Jalur Lalulintas (m)		
< 6m	5 - 8m	> 8m					
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	> 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	> 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	> 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber :MKJI 1997



Gambar 2. Ekuivalensi Kendaraan Penumpang (emp) untuk Jalan 2/2 UD

Sumber :MKJI 1997

Kecepatan Arus Bebas (FV)

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada saat tingkatan arus nol, sesuai dengan kecepatan yang akan dipilih pengemudi seandainya mengendarai kendaraan bermotor tanpa halangan kendaraan bermotor lain di jalan (yaitu saat arus = 0). Kecepatan arus bebas kendaraan ringan telah dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan pada saat arus = 0. Kecepatan arus bebas mobil penumpang biasanya adalah 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan ringan lainnya. Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum berikut:

$$FV = (FV_0 + FV_w) * FFV_{SF} * FFV_{RC}.....(1)$$

dimana:

- FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)
- FV₀ = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati
- FV_w = Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu
 FFV_{RC} = Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan guna jalan

Kapasitas (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas didefinisikan untuk arus dua arah (kedua arah kombinasi), tetapi untuk jalan dengan banyak jalur, arus dipisahkan per arah perjalanan dan kapasitas didefinisikan per lajur. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), persamaan dasar untuk penentuan kapasitas adalah:

$$C = C_0 * FC_W * FC_{SP} * FC_{SF} \dots \quad ..(2)$$

dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalan
- FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
- FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb

Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = Q / C \dots \quad .(3)$$

dimana:

- DS = Derajat kejenuhan
- Q = Volume lalu-lintas (smp/jam)
- S = Kapasitas jalan (smp/jam)

Kecepatan (V)

Manual menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena ini mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukkan yang penting bagi biaya pemakai jalan dalam analisa ekonomi kecepatan tempuh didefinisikan dalam manual ini sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan sepanjang segmen jalan:

$$V = L / TT \dots \quad .(4)$$

dimana:

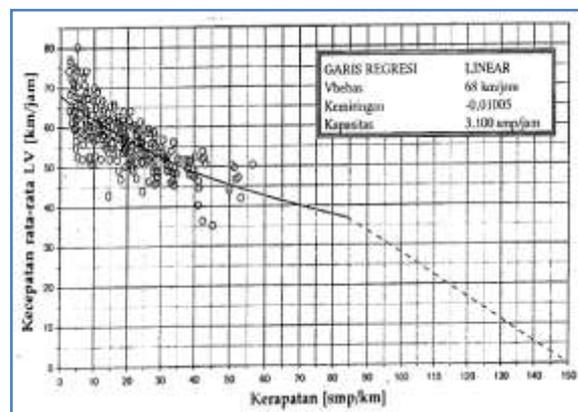
- V = Kecepatan ruang rata-rata kendaraan ringan (km/jam)
- L = Panjang segmen (km)
- TT = Waktu tempuh rata-rata dari kendaraan ringan sepanjang segmen (jam)

Derajat Iringan

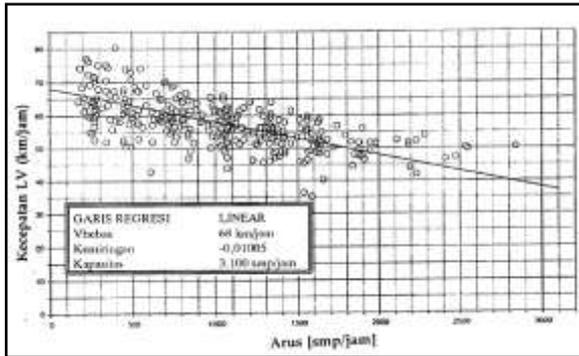
Indikator penting lebih lanjut mengenai perilaku lalu lintas pada segmen jalan adalah derajat iringan yang terjadi yaitu rasio arus kendaraan didalam peleton terhadap arus total. peleton didefinisikan sebagai gerakan dari kendaraan yang beriringan dengan waktu antara (gandar depan ke gandar depan dari kendaraan yang didepan) dari setiap kendaraan, kecuali kendaraan pertama pada peleton, sebesar < 5 detik. Kendaraan tak bermotor tak dianggap sebagai bagian peleton.

Hubungan Kecepatan, Arus dan Kerapatan

Prinsip umum yang mendasari analisa kapasitas segmen jalan adalah bahwa kecepatan berkurang bila arus bertambah. Pengurangan kecepatan akibat penambahan arus mendekati konstan pada arus rendah dan menengah, tetapi menjadi lebih besar pada arus yang mendekati kapasitas. Mendekati kapasitas, sedikit penambahan pada arus akan menghasilkan pengurangan yang besar pada kecepatan. Hubungan khas antara kecepatan dan kerapatan untuk jalan 2/2 UD dapat dilihat pada Gambar 3 dan untuk hubungan khas antara kecepatan dan arus dapat dilihat pada Gambar 4. Untuk jalan dua - lajur tak terbagi hubungan kecepatan-arus sering kali mendekati linier dan dapat digambarkan dengan model linier yang sederhana.



Gambar 3. Hubungan Kecepatan–Kerapatan untuk jalan 2 lajur tak terbagi



Gambar 4. Hubungan Kecepatan – Arus untuk jalan dua – lajur tak terbagi
Sumber :MKJI 1997



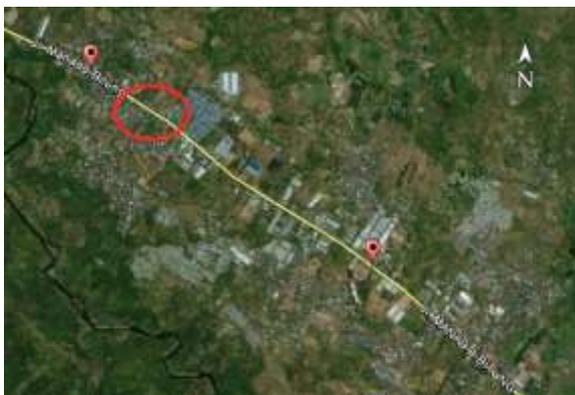
Gambar 6. Ruas Jalan Manado Bitung – Segmen Jalan Airmadidi Kairagi
Sumber: Google Maps

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian



Lokasi Penelitian



Gambar 5. Citra Satelit Lokasi Penelitian

PRESENTASI DATA DAN ANALISIS

Presentasi Data

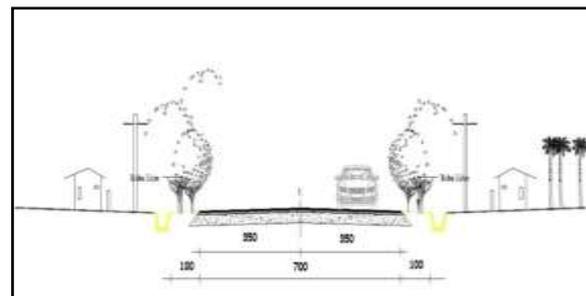
Penelitian dilaksanakan pada lokasi Ruas Jalan Manado –Bitung dengan batas mulai dari pertigaan jalan Paniki (Alfamart Maumbi) sampai depan Hotel Sutan Raja, yaitu sepanjang 2.2 km.

Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung dilapangan yang meliputi kondisi geometrik ruas jalan, volume, kecepatan dan kepadatan.

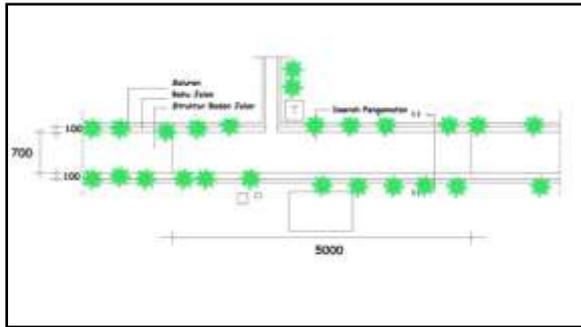
Data Geometrik

Kondisi geometrik ruas jalan yang dijadikan objek penelitian dijelaskan dalam bentuk potongan melintang dan alinyemen.



Gambar 6. Tampak Depan Lokasi Penelitian

Gambar 6. menunjukkan tampak depan dari lokasi penelitian dengan skala pada gambar 1:100. Ukuran-ukuran yang tertera pada gambar yakni, lebar jalan 7m, dan bahu jalan (kiri dan kanan) 1m.



Gambar 7. Tampak Atas Lokasi Penelitian

Gambar 7. menunjukkan tampak atas dari lokasi penelitian dengan skala pada gambar 1:100. Ukuran-ukuran yang tertera pada gambar yakni, lebar jalan 7m, bahu jalan (kiri dan kanan) 1m, panjang pengamatan survey kecepatan 50 m.

Volume Lalulintas (Q)

Data yang dikumpulkan adalah data volume lalulintas per 15 menit lengkap dengan komposisi kendaraan pada periode dari jam 06.00 sampai dengan jam 19.00. Pengambilan data dilakukan selama 7 hari yang mulai dilaksanakan tanggal 15 Juni 2015 (hari Senin) sampai dengan tanggal 21 Juni 2015 (hari Minggu). Kendaraan dibagi berdasarkan 5 jenis kendaraan yaitu:

- Kendaraan Ringan (LV),
- Kendaraan Berat Menengah (MHV) (meliputi truk dua gandar dan bus kecil),
- Truk Besar (LT) (meliputi truk tiga gandar dan truk gandengan),
- Bus Besar (Large Bus),
- Sepeda Motor/RodaTiga (Motorcycle).

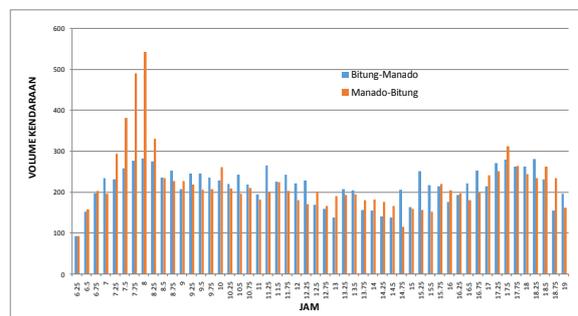
Data penghitungan Volume Lalulintas pada hari Senin, tanggal 15 Juni 2015 ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Data volume lalulintas di ruas Jalan Manado–Bitung dengan arah M-B dan B-M seperti pada Tabel 2. dan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti yang terlihat pada Gambar 8, dimana terlihat jam puncak pada arah M-B terjadi pada jam 08.00 pagi yaitu sebesar **542kendaraan** dan arah B-M jam puncak terjadi pada jam 08.00 pagi yaitu sebesar **282kendaraan**.

Data penghitungan volume lalulintas, baik dalam arah Manado-Bitung (M-B) maupun dalam arah Bitung-Manado (B-M), baik total maupun tiap-tiap jenis kendaraan selama 15 menit, V15, dibuat dalam satuan kendaraan per jam yaitu sama dengan 4 x V15.

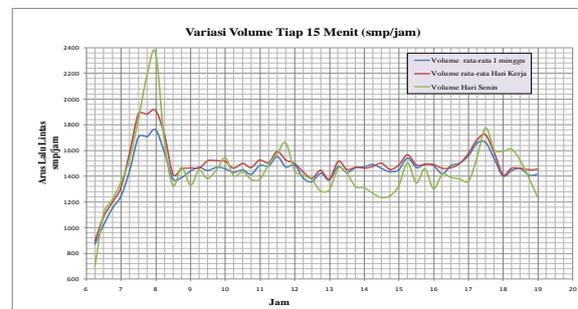
Pada Tabel 2 diperlihatkan rata-rata Q_{TOT} dalam kendaraan per jam, (kend/jam) selama hari kerja (6 hari), setiap 15 menit, adalah juga dalam

dua arah, yaitu rata-rata jumlah LV, MHV, LB, LT dan MC untuk maksud mendapatkan nilai ekuivalen mobil penumpang (emp). Dengan demikian rata-rata Q_{TOT} per hari kerja dalam satuan smp/jam dapat diperoleh

Pada Gambar 9. ditampilkan rata-rata Q_{TOT} per hari, rata-rata Q_{TOT} per hari kerja dan Q_{TOT} pada hari Senin. Dengan memperhatikan gambar grafik ini, maka dapat disimpulkan bahwa pola lalulintas adalah sama, dengan jam puncak pada pagi hari disekitar jam 08.00 dan sore hari disekitar jam 17.30. Dan, *dipilih pola lalulintas pada rata-rata hari kerja sebagai data perencanaan yang mewakili segmen jalan Airmadidi – Kairagi.*



Gambar 8. Diagram Volume Kendaraan Senin, 15 Juni 2015 di Ruas Jalan Manado – Bitung



Gambar 9. Variasi Volume Lalulintas Hari Senin, Rata-rata per Hari dan Rata-rata per Hari Kerja

Perhitungan kecepatan kendaraan pada setiap periode 15 menit adalah kecepatan kendaraan *rata-rata* dari jenis Kendaraan Ringan (LV). Hasil hitungan kecepatan rata-rata arah M-B dan arah B-M (untuk hari Senin) diperlihatkan pada Tabel 3, yang kemudian dibuat untuk menghitung kecepatan *rata-rata total* dalam dua arah.

Tabel 2. Volume Rata-rata per Hari Kerja Total (Q_{TOT}) 2 Arah

Waktu	Rata-rata Volume per Hari Kerja (6 hari)																
	Manado - Bitung					Bitung - Manado					Q_{TOT} Kend/jam	emp					Q_{TOT} smp/jam
	LV	MHV	LT	LB	MC	LV	MHV	LT	LB	MC		LV	MHV	LT	LB	MC	
06.00 - 06.15	178	19	5	3	227	223	25	5	3	223	911	1	1.70	2.65	1.70	0.85	895
06.15 - 06.30	194	25	9	4	283	268	35	5	5	311	1139	1	1.60	2.60	1.65	0.80	1083
06.30 - 06.45	216	31	10	3	325	335	37	6	5	381	1348	1	1.50	2.50	1.60	0.70	1199
06.45 - 07.00	250	36	10	5	342	360	51	14	3	431	1503	1	1.45	2.50	1.50	0.65	1312
07.00 - 07.15	399	33	21	3	559	439	55	9	5	531	2052	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1582
07.15 - 07.30	568	23	22	3	797	443	37	11	5	605	2514	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1886
07.30 - 07.45	443	25	15	5	880	423	39	10	4	836	2680	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1883
07.45 - 08.00	445	34	11	5	897	388	59	21	3	835	2699	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1912
08.00 - 08.15	344	45	12	2	779	397	66	20	5	705	2375	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1718
08.15 - 08.30	269	49	11	2	596	330	58	22	5	551	1893	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1411
08.30 - 08.45	319	51	11	4	463	325	73	23	5	523	1797	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1457
08.45 - 09.00	321	71	15	3	474	387	70	15	5	483	1843	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1464
09.00 - 09.15	348	65	17	3	430	365	85	17	5	474	1809	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1464
09.15 - 09.30	349	85	16	7	383	341	89	15	7	501	1794	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1519
09.30 - 09.45	343	62	7	3	376	441	107	17	9	481	1847	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1520
10.45 - 10.00	330	85	13	4	343	422	75	16	6	398	1691	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1515
10.00 - 10.15	353	75	19	5	319	390	59	17	7	375	1620	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1463
10.15 - 10.30	326	74	23	7	321	407	79	17	7	466	1726	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1499
10.30 - 10.45	313	75	13	3	297	427	68	13	9	431	1649	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1467
10.45 - 11.00	351	71	14	5	340	431	74	23	7	443	1759	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1526
11.00 - 11.15	356	67	22	5	301	444	67	19	7	418	1707	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1505
11.15 - 11.30	385	76	19	3	302	467	86	27	9	389	1764	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1593
11.30 - 11.45	353	73	20	3	317	421	59	31	11	366	1655	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1526
11.45 - 12.00	341	71	25	3	312	413	65	25	7	369	1631	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1499
12.00 - 12.15	325	65	18	4	324	371	58	20	7	364	1555	1	1.45	2.50	1.50	0.65	1431
12.15 - 12.30	351	69	19	2	293	355	58	19	2	298	1467	1	1.50	2.50	1.60	0.65	1383
12.30 - 12.45	324	69	23	5	315	408	61	21	6	297	1530	1	1.45	2.50	1.50	0.65	1445
12.45 - 13.00	310	65	25	4	313	391	46	11	5	310	1479	1	1.50	2.50	1.60	0.65	1376
13.00 - 13.15	377	62	21	5	345	417	64	21	6	354	1672	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1518
13.15 - 13.30	370	59	18	3	319	405	57	7	3	353	1594	1	1.45	2.50	1.50	0.65	1452
13.30 - 13.45	376	67	15	4	303	382	51	22	7	361	1587	1	1.45	2.50	1.50	0.65	1470
13.45 - 14.00	362	71	12	8	334	411	61	19	3	342	1623	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1463
14.00 - 14.15	368	63	19	5	323	448	49	15	7	337	1634	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1476
14.15 - 14.30	351	59	31	5	298	425	67	13	5	342	1597	1	1.45	2.50	1.50	0.65	1501
14.30 - 14.45	365	58	20	5	273	432	54	13	3	337	1561	1	1.45	2.50	1.50	0.65	1452
14.45 - 15.00	400	58	26	5	291	387	63	15	7	333	1585	1	1.45	2.50	1.50	0.65	1488
15.00 - 15.15	393	71	19	9	274	423	72	27	13	385	1685	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1565
15.15 - 15.30	398	65	15	9	377	401	45	21	9	313	1652	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1489
15.30 - 15.45	365	59	21	10	426	393	53	20	7	392	1745	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1492
15.45 - 16.00	366	63	20	12	437	432	57	13	7	398	1806	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1490
16.00 - 16.15	353	51	17	6	374	371	67	16	7	406	1666	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1462
16.15 - 16.30	353	51	12	9	417	420	66	17	6	463	1814	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1466
16.30 - 16.45	341	36	15	9	432	447	61	9	3	572	1927	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1497
16.45 - 17.00	366	52	18	8	540	445	63	11	5	512	2020	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1578
17.00 - 17.15	364	45	19	7	599	435	70	9	3	699	2249	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1681
17.15 - 17.30	399	53	19	8	627	483	47	12	5	593	2248	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1721
17.30 - 17.45	346	31	18	8	564	454	57	9	5	584	2076	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1576
17.45 - 18.00	326	33	17	7	507	415	48	11	6	433	1804	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1410
18.00 - 18.15	365	35	13	5	459	451	45	11	5	462	1853	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1462
18.15 - 18.30	371	37	15	7	483	457	32	10	3	441	1857	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1461
18.30 - 18.45	426	32	15	7	466	377	27	11	7	406	1773	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1450
18.45 - 19.00	421	25	15	6	478	365	42	9	3	431	1795	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1453

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 3. Kecepatan rata-rata dan Volume

Waktu	SENIN																
	M - B		B - M		Q _{TOT}	LV	MHV	LT	LB	MC	LV	MHV	LT	LB	MC	Q _{TOT}	V _{RATA}
	Q	V	Q	V													
	Kend/jam	km/jam	Kend/jam	km/jam	Kend/jam	Kend/jam					emp					smp/jam	km/jam
06.00 - 06.15	372	48	372	46	744	240	16	8	0	480	1	1.70	2.60	1.70	0.85	696	47
06.15 - 06.30	632	40	612	39	1244	380	24	32	8	800	1	1.55	2.50	1.60	0.75	1110	39
06.30 - 06.45	812	36	792	38	1604	500	32	16	0	1056	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1220	37
06.45 - 07.00	784	34	940	31	1724	608	64	36	12	1004	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1358	32
07.00 - 07.15	1176	31	928	35	2104	736	48	28	16	1276	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1530	33
07.15 - 07.30	1524	30	1036	37	2560	908	28	44	8	1572	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1852	33
07.30 - 07.45	1960	29	1104	31	3064	1064	24	44	16	1916	1	1.30	2.50	1.50	0.50	2187	30
07.45 - 08.00	2168	31	1128	28	3296	1080	44	52	32	2088	1	1.30	2.50	1.50	0.50	2359	29
08.00 - 08.15	1320	33	1100	29	2420	708	64	16	8	1624	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1655	31
08.15 - 08.30	940	32	944	27	1884	536	52	28	16	1252	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1326	30
08.30 - 08.45	912	34	1012	30	1924	644	112	44	8	1116	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1470	32
08.45 - 09.00	908	34	832	29	1740	564	92	12	16	1056	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1328	31
09.00 - 09.15	876	35	984	33	1860	600	160	32	16	1052	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1446	34
09.15 - 09.30	824	33	980	30	1804	620	124	24	16	1020	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1381	32
09.30 - 09.45	832	33	944	31	1776	648	184	8	12	924	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1452	32
10.45 - 10.00	1044	36	916	28	1960	728	140	36	16	1040	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1544	32
10.00 - 10.15	836	34	880	35	1716	720	76	32	8	880	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1402	34
10.15 - 10.30	784	32	972	34	1756	576	120	44	24	992	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1436	33
10.30 - 10.45	840	35	876	37	1716	532	120	40	12	1012	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1375	36
10.45 - 11.00	728	35	780	35	1508	584	160	32	4	728	1	1.45	2.50	1.50	0.65	1375	35
11.00 - 11.15	800	34	1060	30	1860	668	120	56	12	1004	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1490	32
11.15 - 11.30	900	30	904	30	1804	808	140	68	16	772	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1577	30
11.30 - 11.45	812	29	972	23	1784	776	168	72	48	720	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1659	26
11.45 - 12.00	724	32	884	25	1608	616	148	48	12	784	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1439	29
12.00 - 12.15	684	34	916	30	1600	680	112	36	12	760	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1406	32
12.15 - 12.30	808	32	676	28	1484	636	100	52	4	692	1	1.50	2.50	1.60	0.65	1372	30
12.30 - 12.45	668	34	640	27	1308	592	112	48	16	540	1	1.50	2.50	1.60	0.70	1284	30
12.45 - 13.00	760	35	556	24	1316	628	100	52	12	524	1	1.50	2.50	1.60	0.70	1294	30
13.00 - 13.15	772	36	828	31	1600	808	112	40	8	632	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1462	33
13.15 - 13.30	780	35	820	27	1600	760	116	28	8	688	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1423	31
13.30 - 13.45	724	33	628	24	1352	640	92	48	24	548	1	1.50	2.50	1.60	0.70	1320	29
13.45 - 14.00	728	28	620	24	1348	616	136	36	8	552	1	1.50	2.50	1.60	0.70	1309	26
14.00 - 14.15	704	34	564	24	1268	584	120	36	12	516	1	1.55	2.50	1.60	0.75	1266	29
14.15 - 14.30	664	31	556	24	1220	652	100	40	8	420	1	1.70	2.60	1.70	0.80	1276	28
14.30 - 14.45	464	24	824	22	1288	644	92	24	8	520	1	1.70	2.65	1.70	0.85	1320	23
14.45 - 15.00	640	21	656	18	1296	728	108	44	12	404	1	1.55	2.50	1.60	0.75	1328	19
15.00 - 15.15	628	22	1008	17	1636	636	128	60	52	760	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1506	19
15.15 - 15.30	612	30	868	19	1480	516	88	56	28	792	1	1.50	2.50	1.55	0.65	1346	24
15.30 - 15.45	880	28	860	22	1740	564	144	48	32	952	1	1.40	2.50	1.50	0.55	1457	25
15.45 - 16.00	820	32	704	20	1524	540	76	24	20	864	1	1.45	2.50	1.55	0.65	1303	26
16.00 - 16.15	792	28	772	27	1564	576	120	48	16	804	1	1.45	2.50	1.55	0.65	1417	27
16.15 - 16.30	720	27	888	22	1608	596	148	24	16	824	1	1.45	2.50	1.50	0.60	1389	25
16.30 - 16.45	796	27	1012	31	1808	636	112	24	12	1024	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1377	29
16.45 - 17.00	964	27	860	28	1824	604	120	16	12	1072	1	1.35	2.50	1.50	0.50	1360	28
17.00 - 17.15	1008	23	1084	29	2092	652	132	28	12	1268	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1546	26
17.15 - 17.30	1248	33	1120	23	2368	856	124	24	16	1348	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1775	28
17.30 - 17.45	1056	30	1052	25	2108	716	100	48	16	1228	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1604	27
17.45 - 18.00	976	26	1048	22	2024	808	116	32	20	1048	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1593	24
18.00 - 18.15	940	28	1124	27	2064	864	84	36	8	1072	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1611	27
18.15 - 18.30	1048	23	924	22	1972	812	68	28	16	1048	1	1.30	2.50	1.50	0.50	1518	23
18.30 - 18.45	940	27	620	25	1560	668	64	36	20	772	1	1.45	2.50	1.55	0.65	1384	26
18.45 - 19.00	648	25	784	26	1432	552	48	32	16	784	1	1.55	2.50	1.60	0.75	1320	25

Sumber: Hasil Penelitian

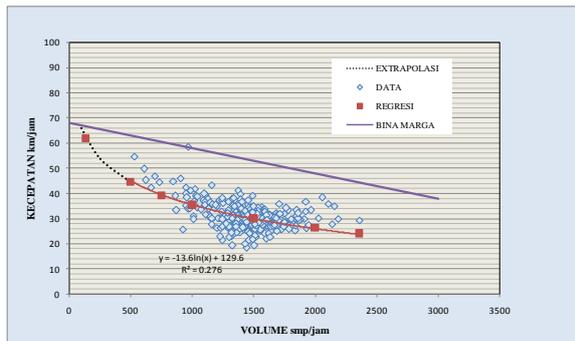
Hubungan antara Kecepatan dan Volume

Grafik hubungan antara kecepatan dan volume dengan data yang diambil selama 7 hari seperti pada Gambar 10, dimana garis regresi yang dipilih adalah dengan persamaan logaritma, (dibandingkan dengan persamaan linear, exponential dan power $R^2 < 0.2761$):

$$y = -13.63\ln(x) + 129.66.$$

dimana: y = kecepatan (km/jam) dan
 x = volume (smp/jam)

Dibandingkan dengan model persamaan Bina Marga, maka pada volume sekitar 700 sampai dengan 2500 kend/jam, kecepatan kendaraan adalah berkisar 70% dari model persamaan Bina Marga (MKJI 1997). Sedangkan pada kecepatan arus bebas model persamaan menjadi sama (ekstrapolasi).



Gambar 10. Hubungan antara Kecepatan dan Volume

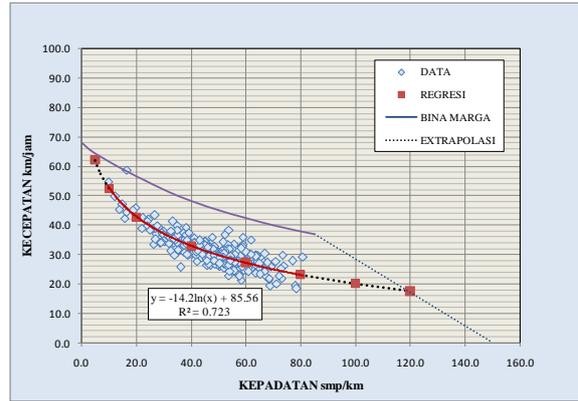
Hubungan antara Kecepatan dan Kepadatan

Grafik hubungan antara kecepatan dan kepadatan dengan data yang diambil selama 7 hari seperti pada Gambar 11. Garis regresi yang dipilih adalah dengan persamaan logaritma (dibandingkan dengan persamaan linear, exponential dan power $R^2 < 0.723$):

$$y = -14.2\ln(x) + 85.56$$

dimana: y = kecepatan (km/jam) dan
 x = kepadatan (smp/km)

Dibandingkan dengan model persamaan Bina Marga, maka pada kepadatan sekitar 30 sampai dengan 80 kend/km, kepadatan kendaraan adalah berkisar 70% dari model persamaan Bina Marga (MKJI 1997). Sedangkan pada kepadatan lebih kecil dari 30 kend/km dan lebih besar 80 kend/km, maka model persamaan menjadi sama (ekstrapolasi).



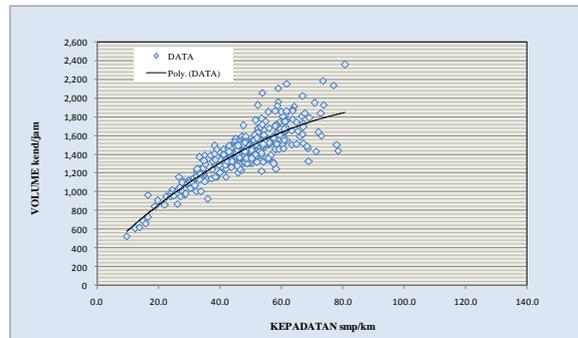
Gambar 11. Hubungan antara Kecepatan dan Kepadatan

Hubungan antara Kepadatan dan Volume

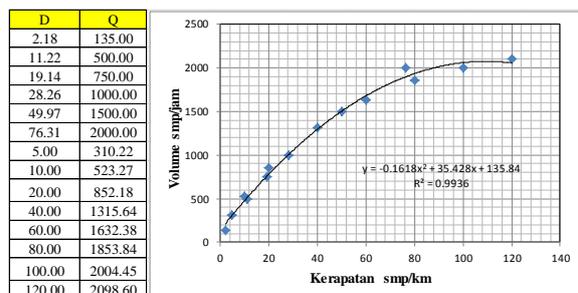
Grafik hubungan antara kepadatan dan volume dengan data yang diambil selama 7 hari seperti pada Gambar 12. Pada Gambar 13 hubungan antara kepadatan dan volume yang dihitung berdasarkan persamaan 3. dan persamaan 4. dan ditampilkan dalam bentuk kurva. Hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan regresi type polynomial sebagai berikut:

$$y = -0.1618x^2 + 35.428x + 135.84.$$

dimana: y = volume (smp/jam) dan
 x = kepadatan (smp/km)



Gambar 12. Hubungan antara Kepadatan dan Volume



Gambar 13. Kurva Hubungan antara Kepadatan dan Volume

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian pada Bulan Juni minggu ke 3 tahun 2015 pada Ruas Jalan Manado–Bitung Segmen Jalan Airmadidi–Kairagi, 2/2-UD lebar 7 meter didapatkan:
 - a. Estimasi LHR tahun 2015 adalah sebesar 17383smp/hari (24533 kendaraan/hari) dengan proporsi LV = 42.5% , MHV = 6.4%, LT = 1.8%, LB = 0.6% dan MC = 48.7%. Pembagian arah adalah sebesar 47.9% dari arah Manado Bitung dan 52.1% dari arah Bitung Manado.
 - b. Pola lalu lintas adalah sama untuk setiap hari kerja kecuali hari Minggu. Pada hari kerja, Jam puncak terjadi pada *pagi hari* disekitar jam 08.00 dan *sore hari* disekitar jam 17.30. Sedangkan, pada hari Minggu jam puncak terjadi hanya pada sore hari disekitar jam 18.00.
 - c. Volume Jam Perencanaan, Q_{DH} yang dipilih, adalah Volume pada *jam puncak pada rata-rata hari kerja* yaitu = 1912 smp/jam, untuk maksud perhitungan kinerja jalan.
 - d. Kecepatan arus bebas FV = 62 km/jam dan kapasitas jalan C = 2736 smp/jam. Kecepatan rata-rata kendaraan adalah sebesar $V_{LV} = 29.4$ km/jam.
2. Hubungan antara kecepatan dan volume lalu lintas mengikuti persamaan garis regresi (logaritma):

$$y = -13.63\ln(x) + 129.66; \quad R^2 = 0.2761$$
 Pada volume sekitar 700 kend/jam sampai dengan 2500 kend/jam, kecepatan kendaraan berkisar 70% dari model persamaan Bina Marga (MKJI 1997). Sedangkan pada kecepatan arus bebas model persamaan menjadi sama (extrapolasi).
3. Hubungan antara kecepatan dan kepadatan lalu lintas mengikuti persamaan garis regresi (logaritma):

$$y = -14.2\ln(x) + 85.56; \quad R^2 = 0.723$$
 Pada kepadatan sekitar 30 sampai dengan 80 kend/km, kepadatan kendaraan berkisar 70%

dari model persamaan Bina Marga (MKJI 1997). Sedangkan pada kepadatan lebih kecil dari 30 kend/km dan lebih besar 80 kend/km, maka model persamaan menjadi sama (extrapolasi).

4. Pertumbuhan lalu lintas per tahun adalah sebesar $i = 7\%$, berdasarkan pertumbuhan lalu lintas di Sulawesi Utara pada kondisi eksisting (tahun 2015), nilai DS = 0,70 dan nilai DB = 0.82. menunjukkan kinerja jalan masih bisa melayani lalu lintas dengan baik. Pada tahun 2016, nilai DS = 0.75 suatu pertanda untuk mulai melakukan pelebaran jalan atau pengalihan lalu lintas karena pada tahun 2020 nilai DS sudah > 1.00 .
5. Analisa perencanaan, juga berdasarkan Q_{DH} pada *jam puncak pada rata-rata hari kerja* yaitu = 1912 smp/jam, yaitu dengan merubah geometrik jalan, dari 7.00 m menjadi 9.00 m atau menjadi 10.00 meter dengan bahu jalan tetap sebesar 1.00 meter akan didapat nilai DS yaitu berturut-turut sebesar 0.89 dan 0.85 (tahun 2020). Yang berarti, Kinerja Segmen Jalan sampai 5 (lima) tahun kedepan (sampai Tahun 2020) masih bisa melayani lalu lintas dengan baik karena nilai DS masih < 1.00

Saran

1. Dari penelitian ini perlu dilakukan pelebaran jalan maka untuk perhitungan tebal perkerasan baik jalan yang sudah ada maupun pada pelebarannya merupakan topik yang bisa diangkat menjadi suatu penelitian
2. Pada penelitian ini, jalan Soekarno sedang dalam pelaksanaan, jadi belum beroperasi dengan sebagaimana mestinya. Sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang kinerja ruas jalan Manado–Bitung, terutama pada segmen Airmadidi-Kairagi ini dengan memperkirakan jumlah kendaraan yang beralih (*diverted*) ke jalan Soekarno.
3. Perlu penelitian lanjutan mengenai perencanaan simpang bersignal pada segmen Airmadidi–Kairagi ini yaitu pada simpang menuju ke jalan Soekarno.

DAFTAR PUSTAKA

_____, *Pertumbuhan Kepemilikan Kendaraan, Badan Pusat Statistik, Manado.*

Ahmad, Sutopo. (2012). *Analisa Kinerja Ruas Jalan dalam Kampus Universitas Sam Ratulangi.* Skripsi Sarjana. Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.

- Departemen Pekerjaan Umum. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hadihardaja, Joetata. (1987). *Rekayasa Jalan Raya*. Gunadarma
- Kaomaneng, Dian Istiani. (2008). *Analisa Kinerja Ruas Jalan Kemakmuran Tobela Akibat Hambatan Samping*. Skripsi Sarjana. Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.
- Samponu, Ignatius. (2015). *Analisa Kinerja Ruas Jalan Manado Bypass Tahap I Di Kota Manado*. Skripsi Sarjana. Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.
- Tamin, Ofyar. (2003). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi: Contoh Soal dan Aplikasi, Edisi Pertama*. Penerbit ITB. Bandung
- Wells, G. R. (1993). *Rekayasa Lalu Lintas*. Bharatara. Jakarta