

OP-028
**POTENSI PENURUNAN EMISI KARBON MONOKSIDA DI RUAS JALAN KOTA
MEDAN DENGAN PENERAPAN TRANSPORTASI MASSAL**

Isra' Suryati dan Hafizhul Khair, AM

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sumatera Utara
e-mail: isra.suryati@gmail.com, hafizhul@usu.ac.id

ABSTRAK

Kota Medan sebagai salah satu kota terbesar di Indonesia, mengalami peningkatan jumlah penduduk rata-rata $\pm 0,6\%$ per tahun. Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk maka terjadijuga peningkatan jumlah transportasi guna menunjang aktifitas penduduk tersebut. Kondisi ini menjadi salah satu penyebab penurunan kualitas udara ambien di perkotaan. Jenis polutan yang paling dominan dihasilkan dari sumber transportasi adalah gas CO (karbon monoksida). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran konsentrasi CO di roadside Kota Medan (Jl. SM Raja, Jl Gatot Subroto, Jl MT Haryono dan Jl Balai Kota). Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan menghitung jenis dan jumlah kendaraan di ruas-ruas jalan tersebut kemudian dikalikan dengan faktor emisi yang diperoleh dari literatur. Hasil estimasi emisi ini divalidasi dengan pengambilan sample CO di ruas jalan tersebut. Hasil sampling CO dengan metode NDIR Analyzer diperoleh konsentrasi rata-rata CO untuk Jl SM Raja sebesar $25.767 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Jl. Gatot Subroto sebesar $22.331 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Jl MT Haryono sebesar $17.178 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan Jl Balai Kota sebesar $21.186 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Penerapan konsep transportasi massal berupa BRT CNG dan BRT Diesel di ruas jalan Kota Medan akan mampu mengurangi beban emisi CO sekitar $25,02\%$ sampai dengan $29,44\%$.

Kata kunci : emisi kendaraan, karbon monoksida, transportasi massal, medan

1. PENDAHULUAN

Permasalahan transportasi merupakan permasalahan utama di kota-kota besar di Indonesia, salah satunya adalah Kota Medan. Berdasarkan data dari Dirlantas Poldasu tahun 2014 jumlah kendaraan di Kota Medan sebanyak 5.531.77 unit (86,29% sepeda motor; 7,91% mobil penumpang; 4,50% mobil barang dan 1,3% bus) (Sibarani, 2015).

Tarigan (2009) menjelaskan dalam penelitiannya tentang estimasi beban emisi kendaraan bermotor di Kota Medan untuk karbon monoksida (CO) terbesar berasal dari sepeda motor mencapai 40 ton/tahun.

BLH Kota Medan (2015) melakukan pemantauan kualitas udara roadside di ruas jalan Kota Medan (Jl. Gatot Subroto, Pintu masuk KIM I Mabar dan Taman Makan Pahlawan Medan) diperoleh hasil konsentrasi CO berkisar 3 – 20 ppm. Data dari BPS Provinsi Sumatera Utara (2015) menyatakan bahwa $\pm 10,14\%$ penduduk Kota Medan menderita Infeksi Saluran Pernafasan Atas (ISPA) yang merupakan jumlah penderita penyakit tertinggi dibanding penyakit lainnya.

Penelitian terdahulu dari Yanti (2014) di daerah Kampung Lalang (Medan) diperoleh nilai $F (>1,0)$ yang berarti keadaan ruas jalan yang macet, kecepatan rendah, volume kendaraan lebih besar dari kapasitas jalan yang ada, kendaraan banyak yang mengambil bahu jalan, antrian panjang dan terjadi hambatan yang besar karena volume per kapasitas atau V/C ratio sebesar 1,08 sehingga arus lalu lintas menjadi terhambat.

Peningkatan jumlah kendaraan dan kemacetan berpengaruh terhadap emisi polutan salah satunya

karbon monoksida (CO), berdasarkan data-data di atas perlu dilakukan penelitian terkait penurunan emisi CO dengan melakukan skenario pemindahan transportasi pribadi ke moda transportasi massal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung emisi karbon monoksida (CO) dari kendaraan bermotor di beberapa ruas jalan Kota Medan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan potensi penurunan CO apabila dilakukan skenario perpindahan moda transportasi ke transportasi massal.

Ruang lingkup penelitian meliputi beberapa ruas jalan di Kota Medan dengan parameter yang dianalisa adalah karbon monoksida (CO). Potensi penurunan emisi dilakukan dengan skenario pemindahan transportasi pribadi ke transportasi massal (BRT bahan bakar CNG dan Diesel).

Karbon monoksida (CO) merupakan suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu -192°C . Keberadaan gas ini sebagian besar merupakan hasil pembakaran bahan bakar fosil dengan udara, berupa gas buangan. Buangan asap kendaraan bermotor juga merupakan salah satu penghasil gas CO terbesar di samping aktivitas industri (Wardhana, 2004).

Menurut Suma'mur (2009) kadar CO lebih dari 4000 bds menyebabkan kematian yang sangat cepat. Apabila CO terhisap ke dalam paru-paru akan ikut peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh. Afinitas CO dengan hemoglobin berkisar dari 140 kali – 300 kali lebih kuat dibanding ikatan oksigen dengan darah. Nevers (2000) menyatakan 70% atau lebih COHb dalam darah akan menyebabkan kematian.

Emisi CO yang berasal dari kegiatan transportasi dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan jarak tempuh kendaraan yang dilewati dan volume kendaraan berdasarkan jenis kendaraan dikalikan dengan faktor emisi (KLH, 2010). Faktor emisi (*emission factor*) menunjukkan perkiraan jumlah polutan yang akan diemisikan oleh tiap unit komponen kegiatan dari suatu sumber emisi (KLH, 2007).

Amini (2014) menyatakan bahwa ada 3 (tiga) cara dalam pengurangan emisi di sektor transportasi, yaitu: (a) mengurangi emisi per kilometer, (b) menerapkan transportasi massal dan (c) mengurangi jarak atau jumlah perjalanan.

Salah satu cara mengurangi emisi CO adalah dengan menerapkan transportasi massal. Opsi transportasi massal (Wright, dkk, 2002): Bus Rapid Transit, Metro, Kereta Komuter dan Light Rail Transit. Bus Rapid Transit adalah satu bentuk angkutan berorientasi pelanggan dan mengkombinasikan stasiun, kendaraan, perencanaan dan elemen-elemen sistem transportasi pintar ke dalam sebuah sistem yang terpadu dan memiliki satu identitas unik.

BRT merupakan bus dengan kualitas tinggi yang berbasis sistem transit yang cepat, nyaman dan biaya murah. Satu sistem BRT biasanya akan dikenakan 4 – 20 kali lebih kecil dari LRT dan 10 – 100 kali lebih kecil dari sistem kereta api bawah tanah (Nasrulloh, 2010).

Setiap moda transportasi akan menghasilkan emisi yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Liu, et al (2007), telah berhasil membandingkan emisi kendaraan bermotor di Beijing dan Shanghai yang hasilnya menunjukkan bahwa perbedaan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di kedua kota besar di China tersebut terjadi karena perbedaan kebijakan dalam bidang manajemen transportasi antar kedua kota tersebut.

Menurut penelitian Puchalsky (2005) bahwa emisi CO yang dihasilkan oleh moda transportasi LRT lebih sedikit dibanding dengan BRT yang didesain dengan teknologi canggih.

Dalam penelitian Imam dan Jamrah (2012), menyebutkan bahwa secara keseluruhan emisi BRT hanya 11% - 85% dari emisi mobil penumpang.

Kota Medan sendiri sudah memiliki transportasi masaal berbasis jalan yaitu Bus Trans MEBIDANG, yang beroperasi sejak November 2015 dengan jumlah armada sebanyak 30 unit (kapasitas penumpang 1 unit = 50 orang) dengan bahan bakar solar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di 4 (empat) ruas jalan Kota Medan, yaitu:

1. Jl SM Raja
2. Jl. Gatot Subroto (Kampung lalang/Pinang Baris)
3. Jl. Balai Kota

4. Jl. MT Haryono

Pemilihan ruas jalan ini terkait dengan V/C ratio jalan-jalan ini berkisar dari 0,75 – 0,42.

Sampling konsentrasi karbon monoksida (CO) dilakukan di ke-4 (keempat) titik dengan lama pengukuran untuk masing-masing sampling adalah 1 (satu) jam dengan waktu pengukuran pagi hari dan siang hari.

2.2 Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri data primer dan sekunder. Data primer berupa volume kendaraan (jenis dan jumlah kendaraan) melalui *traffic counting* menggunakan *counter* dan data konsentrasi CO menggunakan CO Monitor dengan metode analisa yaitu NDIR Analyzer.

Sementara itu untuk data sekunder yang dikumpulkan adalah data arah dan kecepatan angin untuk memperoleh *windrose*, data V/C ratio ruas jalan di Kota Medan. Data sekunder ini diperlukan dalam rangka penentuan lokasi sampling.

2.3 Analisis Data

Langkah pertama dalam melakukan penelitian ini adalah menghitung emisi CO yang dihasilkan oleh kendaraan hasil *traffic counting* selama sampling dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$E_j = \sum_{i=1}^n E_j = \sum_{i=1}^n l \cdot P_i \cdot V \cdot C_{ij}$$

(persamaan 1)

Dimana:

E = beban emisi (g/jam)

L = panjang dari ruas jalan yang diamati (km)

V = volume total kendaraan yang melewati ruas jalan (kendaraan/jam)

Pi = faktor probabilitas distribusi dari kendaraan tipe i

Cij = faktor emisi kendaraan (g/Km)

Nilai faktor emisi kendaraan bermotor seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor emisi kendaraan bermotor

No	Jenis kendaraan	Faktor Emisi CO (g/km)
1	Sepeda motor	14
2	Mobil penumpang (bensin)	40
3	Bus	11
4	Truk	8,4

Sumber: KLH, 2010

Langkah kedua adalah melakukan estimasi penurunan emisi kendaraan menggunakan perhitungan dengan skenario pemindahan moda transportasi pribadi ke transportasi massal. Penetapan persentase pemindahan moda transportasi berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu pemindahan moda transJakarta ± 20% (DNPI, 2010) dan target untuk bus Mebidang di Kota Medan adalah ± 32% (Dishub Kota Medan, 2015) sehingga ditetapkan pada penelitian ini akan dilakukan pemindahan moda transportasi pribadi ke transportasi

massal sebanyak ± 30% dengan jenis bahan bakar yang digunakan yaitu CNG (*Compressed Natural Gas*) dan Diesel. Nilai faktor emisi bus untuk CO berdasarkan jenis bahan bakar CNG adalah 8,40 dan Diesel adalah 5,71 (EEA,2014). Berdasarkan perhitungan ini akan diperoleh emisi yang dihasilkan di masing-masing titik sampling berdasarkan jenis bahan bakar dan jumlah armada bus BRT yang dibutuhkan untuk mengurangi emisi CO di udara ambien.

Langkah selanjutnya adalah menganalisa pengaruh beban emisi kendaraan terhadap konsentrasi udara ambien dengan uji korelasi melalui persamaan berikut:

$$R = \frac{n \cdot \sum xy - (\sum x) \cdot (\sum y)}{\sqrt{(n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad (\text{persamaan 2})$$

Dimana:

R = korelasi

X = beban emisi CO kendaraan

Y = konsentrasi CO udara ambien

Apabila nilai R mendekati +1 atau sama dengan +1 maka korelasinya dinyatakan positif kuat. Jika nilai R mendekati -1 atau sama dengan -1 maka dinyatakan korelasinya negatif kuat dan apabila R = 0 berarti tidak ada korelasi.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jenis dan Jumlah Kendaraan

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2016 pada 4 (empat) ruas jalan di Kota Medan. Jenis dan jumlah kendaraan pada saat pengambilan konsentrasi CO udara ambien dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Jenis dan Jumlah Kendaraan di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan

No	Nama Jalan	Jenis dan Jumlah Kendaraan (unit)			
		Motor	Mobil	Truk	Bus
1	Jl SM Raja *	2296	1699	382	14
2	Jl SM Raja **	2726	3135	267	40
3	Jl Gatot Subroto*	3288	2050	703	51
4	Jl Gatot Subroto**	2925	2361	659	54
5	Jl MT Haryono*	1300	1126	72	4
6	Jl MT Haryono**	1427	1155	47	3
7	Jl Balai Kota*	4246	4321	68	31
8	Jl Balai Kota**	4639	3645	37	9

Sumber: Data Sampling,2016

Keterangan: * pagi, ** siang

Berdasarkan data pada Tabel 2 diatas, terlihat bahwa jenis kendaraan yang dominan untuk setiap titik adalah sepeda motor. Jumlah kendaraan terbanyak di lokasi yang ke-4 yaitu Jalan Balai Kota. Jalan ini dikategorikan sebagai jalan kota sehingga intensitas kendaraan pada jam sibuk meningkat. Selain itu, jalan

ini berada di pusat kota yang meliputi kegiatan perkantoran, hotel dan perdagangan.

3.2 Beban Emisi CO Sampling

Berdasarkan data jenis dan jumlah kendaraan dikalikan dengan faktor emisi seperti pada persamaan (1) maka diperoleh emisi karbon monoksida di setiap titik seperti terlihat pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3. Beban Emisi CO Total di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan

No	Nama Jalan	Beban Emisi CO Total (g/jam)
1	Jl SM Raja *	19.466,96
2	Jl SM Raja **	31.269,36
3	Jl Gatot Subroto*	25.803,56
4	Jl Gatot Subroto**	27.479,76
5	Jl MT Haryono*	11.581,28
6	Jl MT Haryono**	11.894,04
7	Jl Balai Kota*	42.248,60
8	Jl Balai Kota**	36.745,80

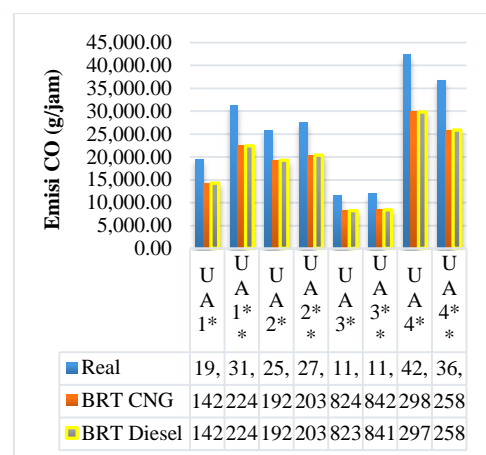
Sumber: Analisis Data,2016

Keterangan: * pagi, ** siang

Apabila dilakukan uji korelasi antara jenis dan jumlah kendaraan dengan beban emisi CO diperoleh nilai R = 0,99. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah kendaraan memberikan kontribusi yang kuat terhadap peningkatan emisi CO.

3.3 Penurunan Beban Emisi dengan BRT CNG dan BRT Diesel

Apabila direncanakan pemindahan transportasi pribadi (sepeda motor dan mobil) ke transportasi massal berupa BRT dengan bahan bakar CNG dan bahan bakar diesel maka diperoleh beban emisi CO seperti pada **Gambar 1** berikut.



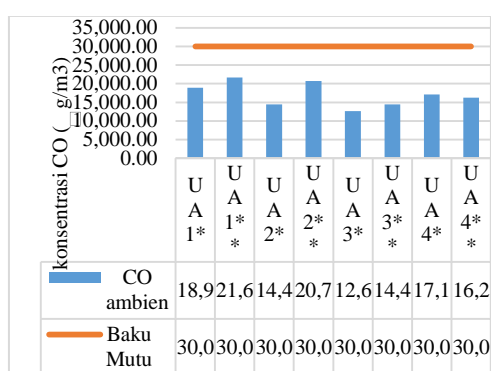
Gambar 1. Perbandingan Emisi CO dengan Penggunaan BRT CNG dan BRT Diesel

Pada gambar 1, terlihat apabila terjadi perpindahan moda transportasi maka diperoleh penurunan emisi CO dengan menggunakan BRT CNG berkisar 25,02% – 29,28% dan untuk BRT Diesel berkisar 25,17% - 29,44%. Penurunan emisi CO antara BRT CNG dengan BRT Diesel tidak terlalu signifikan berbeda karena

nilai faktor emisi antara BRT CNG dengan BRT Diesel yang tidak berbeda jauh. Akan tetapi dari hasil perhitungan ini terlihat bahwa BRT Diesel lebih baik dalam menurunkan emisi CO dibanding BRT CNG.

3.4 Hasil Sampling Konsentrasi CO Ambien

Selain melakukan *traffic counting* di beberapa ruas jalan juga dilakukan pengambilan konsentrasi CO udara ambien dengan menggunakan CO Analyzer. Hasil perbandingan pengukuran konsentrasi CO udara ambien di beberapa ruas jalan di Kota Medan dengan baku mutu udara ambien nasional (PP No. 41 tahun 1999) dimana ambang batas untuk CO pengukuran 1 jam adalah 30.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ disajikan pada **Gambar 2** berikut.



Gambar 2. Perbandingan Konsentrasi CO Udara Ambien dengan Baku Mutu Udara Ambien

Berdasarkan Gambar 2 di atas, terlihat bahwa konsentrasi CO di udara ambien beberapa ruas jalan di Kota Medan masih memenuhi baku mutu udara ambien nasional. Konsentrasi CO udara ambien tertinggi terjadi pada titik UA1** (JI SM Raja pengukuran siang hari). Tingginya konsentrasi di titik ini dikarenakan sumber emisi dari lalu lintas kendaraan. JI SM Raja dikategorikan jalan nasional yang merupakan jalan lintas dari dan ke Kota Medan.

3.5 Analisa Pengaruh Emisi CO terhadap Konsentrasi CO Ambien

Untuk mengetahui pengaruh beban emisi CO terhadap kualitas udara ambien dilakukan uji korelasi antara emisi CO dengan CO udara ambien. Hasil uji korelasi antara beban emisi CO dengan konsentrasi CO udara ambien diperoleh nilai $R = 0,5$. Nilai $R = 0,5$ menunjukkan bahwa hubungan korelasinya sedang. Hal ini terjadi karena banyak faktor yang mempengaruhi emisi CO di udara ambien diantaranya adalah faktor meteorologi seperti suhu, kelembaban, arah angin dan kecepatan angin.

Selain faktor meteorologi, emisi gas buang kendaraan bermotor juga dipengaruhi karakteristik mesin, umur kendaraan, jenis bahan bakar serta perawatan mesin kendaraan.

4 KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan di beberapa ruas jalan di Kota Medan menunjukkan bahwa beban emisi CO yang dihasilkan berkisar 11.581,28 g/jam – 42.248,6 g/jam. Penurunan beban emisi CO dapat dilakukan salah satunya adalah pemindahan moda transportasi pribadi (sepeda motor dan mobil) $\pm 30\%$ ke transportasi massal seperti BRT dengan bahan bakar CNG dan Diesel. Pemindahan moda transportasi ini mengurangi emisi CO ke udara ambien sekitar 25,02 % - 29,44 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis dan jumlah kendaraan berkorelasi kuat dengan emisi CO. Sementara itu beban emisi CO berkorelasi sedang dengan konsentrasi udara ambien karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi pendispersian polutan di udara ambien, salah satunya adalah faktor meteorologi. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pengaruh faktor meteorologi dan kendaraan (mesin, umur, jadwal perawatan) terhadap beban emisi CO dan konsentrasi CO di udara ambien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Lembaga Penelitian USU yang telah mendanai penelitian ini, BTKL Medan dalam pengambilan sampling kualitas udara ambien, mahasiswa/i yang telah membantu dalam survey di lapangan serta semua pihak yang membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amini, H.,A. (2014). Analisis Pengurangan Emisi Karbon Dari Penggunaan Kereta Api Prambanan Ekspres Rute Yogyakarta-Solo Tahun 2014. Sekolah Arsitektur, Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan. ITB: Bandung.
- BLH Kota Medan (2015). Laporan Pemantauan Roadside Kota Medan Tahun 2014 dan 2015. BLH Kota Medan. Medan
- BPS Provinsi Sumatera Utara (2015). Kota Medan dalam Angka tahun 2015. BPS. Provinsi Sumatera Utara.
- Dishub Kota Medan (2015). Studi Pengembangan Angkutan Massal Berbasis Jalan yang Ramah Lingkungan Dan Hemat Energi. Medan
- DNPI. (2010). Laporan Teknis Peluang dan Kebijakan Pengurangan Emisi Sektor Transportasi
- EEA. (2014). *EMEP/EEA emission inventory guidebook* 2013. Publications Office of the European Union. Luxembourg.
- KLH.(2007). *Memprakirakan Dampak Lingkungan: Kualitas Udara*. Deputi Bidang Tata Lingkungan Hidup – KeMenLH. Jakarta
- KLH. (2010). Peraturan Pemerintah No. 12 tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. . KeMenLH. Jakarta
- Liu, H., He, K., Wang, G., Huo, H., Lents, J., Davis, N., Chen, Ch., Osses, M., and He, Ch. (2007). *Comparison of Vehicle Activity and Emission Inventory Between Beijing and Shanghai*,

- Journal of Air & Waste Management Association*, Vol 57 hal. 1176.
- Nasrulloh, Mokhammad. (2010). Sistem Bus Rapid Transit di Jakarta: Integrasi Perkotaan dan Dampak Lingkungan. Skripsi. Teknik Sipil, Universitas Indonesia. Depok.
- Nevers, Noel de. (2000). *Air Pollution Control Engineering. Second Edition*. Mc Graw Hill Companies: Singapore
- Puchalsky, Christopher, (2005). *Comparison of Emissions from Light Rail Transit and Bus Rapid Transit*, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1927, pp 31-37.
- Sibarani. (2015). Hubungan Paparan Kebisingan dan Karakteristik Operator SPBU Terhadap Tekanan Darah Di Kecamatan Medan Sunggal Tahun 2015. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Suma'mur.(2009). Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes). Jakarta: CV. Sagung Seto.
- Tarigan, Abner. (2009). Estimasi Emisi Kendaraan Bermotor Di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Wardhana, W.A. (2004). Dampak Pencemaran Lingkungan. Cetakan keempat. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Wright, Llyod et all (2002). Modul 3a Opsi Angkutan Massal. Buku Panduan Transportasi Berkelanjutan. GTZ. Jerman.
- Yanti, Mainila. (2014). Pengaruh Aktivitas Pasar Terhadap Tingkatan Pelayanan (Studi Kasus : Pasar Kampung Lalang). Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.