

ANALISIS KAPASITAS DAN TINGKAT PELAYANAN JALAN DI KORIDOR TIMUR KOTA PADANG¹

Raga Cipta Prakasih*, Rahmanelli**, Endah Purwaningsih**

Mahasiswa Program Studi Pendidikan Geografi (*) dan Dosen Program Studi Pendidikan Geografi (**)
Universitas Negeri Padang

Abstract

The purpose of this research is identify and analyze highway capacity and level of service at segment Alai Timur street, Ampang Raya street and Kampung Kalawi street of Padang City. This research use roads segment capacity, vehicle through volume, and side problem frequency. The primary source of data were capacity counting, volume, and side problem also use characteristic level of service as secondary source. The data was collected at four different places which 1) Simpang Alai, 2) Ampang, 3) Adzkie, and 4) Simpang By Pass. From places data was reach and count at capacity 9.677 PCU/hour and volume at 6784, 7308, 6894 dan 5608 PSU/hour. With this data obtained level of service coefficient was at range 0,58 – 0,75 with character vehicle mobility was dropping because of fluctuative vehicle volume, no free manuver and low passenger comfortability but still could handle daily vehicle movement, either on weekend and weekday. But in certain condition as mitigation disaster have not been confirmed.

Keyword: jalan raya, kapasitas daya tampung, tingkat pelayanan

PENDAHULUAN

Transportasi atau pengangkutan merupakan bidang kegiatan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat, terutama masyarakat yang tinggal di daerah perkotaan. Hal ini disebabkan oleh tingginya mobilitas masyarakat serta konsentrasi penduduk dan perekonomian di daerah perkotaan sehingga tuntutan terhadap sistem transportasi yang memadai lebih besar.

Sistem transportasi perkotaan adalah sistem pergerakan manusia dan barang antara satu zona asal dan zona tujuan dalam wilayah kota yang bersangkutan (Setijowarno dan Frazila, 2003). Di Indonesia, permasalahan transportasi tidak hanya ditemukan di Pulau Jawa namun juga

ditemukan di wilayah perkotaan luar Jawa seperti Kota Padang di Pulau Sumatera.

Sebagai kota terbesar di pesisir barat Pulau Sumatera sekaligus ibukota Provinsi Sumatera Barat, perkembangan jumlah penduduk Kota Padang terus meningkat sebesar 1,57 % per tahun jumlah penduduk mencapai 833.584 jiwa menghuni wilayah administrasi Kota Padang (Sensus Penduduk tahun 2010). Secara lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Padang

No	Kecamatan	Area	Jumlah Penduduk (jiwa)	Laju Pertumbuhan Penduduk pertahun (%)
1	Padang Timur	BARAT	77.675	-0,35
2	Padang Barat		45.321	-2,74
3	Padang Utara		68.810	-0,33
4	Padang Selatan		57.676	0,54
5	Nanggalo		57.221	-1,314
6	Bungus Teluk Kabung		23.200	1,54
7	Lubukbegalung	TIMUR	106.465	2,44
8	Lubukkilangan		49.127	2,34
9	Kuranji		126.520	2,77
10	Pauh		59.075	3,75
11	Kototangah		162.294	2,99
KOTA PADANG			833.584	1,57

Sumber: BPS Kota Padang, Hasil SP 2010

Daerah bagian barat Kota Padang hingga saat ini masih menjadi daerah pusat kegiatan utama yang tidak hanya menarik pergerakan dari penjurukota, namun juga dari penjurukota Provinsi Sumatera Barat. Peristiwa ini menjadi penyebab utama terjadinya pemadatan lalu lintas di beberapa ruas jalan dalam kota sehingga menghambat aktivitas penduduk.

Semakin meningkatnya kepadatan penduduk di pusat kota menyebabkan penduduk mulai berpikir untuk tinggal di pinggiran kota. Prasarana jalan yang belum memadai dapat mengakibatkan fenomena penumpukan lalu lintas pada jam sibuk, terutama pada wilayah dengan kapasitas daya tampung jalan yang rendah.

Sistem transportasi jalan raya di Kota Padang terdiri atas tiga jalur utama atau

biasa disebut sebagai koridor jalan yang ketiganya merupakan titik kepadatan lalu lintas di Kota Padang. Adapun titik kepadatan tersebut antara lain 1) koridor utara yaitu jalan Adinegoro, Prof. Dr, Hamka, 2) koridor selatan yaitu jalan Hiligoo, Air Camar, Aur Duri, Belakang Pondok, 3) koridor timur yaitu Alai, Ampang, By Pass, Sawahan, Perintis Kemerdekaan, Pasar Baru, Sisingamangaraja (RUTJ Kota Padang 2009-2014).

Koridor timur Kota Padang memiliki tiga ruas jalan utama yaitu 1) ruas Alai, Ampang, 2) ruas Jati, Sawahan, Pasar Baru, 3) ruas Marapalam, Indarung yang dihubungkan satu sama lain oleh By Pass. Koridor timur Kota Padang pada ruas Alai, Ampang terdiri dari jalan Alai Timur, jalan Ampang Raya, dan jalan Kampung Kalawi, Ruas jalan ini merupakan lokasi penelitian yang diambil oleh penulis.

Kepadatan penduduk yang semakin meningkat di pusat kota menyebabkan penduduk mulai berpikir untuk tinggal di pinggiran kota. Prasarana jalan yang belum memadai dapat mengakibatkan fenomena penumpukan lalu lintas pada jam sibuk, terutama pada wilayah dengan kapasitas daya tampung jalan yang rendah.

Sistem transportasi jalan raya di Kota Padang, terdiri atas tiga jalur utama, atau biasa disebut sebagai koridor jalan yang ketiganya merupakan titik kepadatan lalu lintas di Kota Padang. Adapun titik kepadatan tersebut antara lain 1) koridor utara yaitu jalan Adinegoro, Prof. Dr, Hamka, 2) koridor selatan yaitu jalan Hiligoo, Air Camar, Aur Duri, Belakang Pondok, 3) koridor timur yaitu Alai, Ampang, By Pass, Sawahan, Perintis Kemerdekaan, Pasar Baru, Sisingamangaraja (RUTJ Kota Padang 2009-2014).

Koridor timur Kota Padang memiliki tiga ruas jalan utama yaitu 1) ruas Alai, Ampang, 2) ruas Jati, Sawahan, Pasar Baru, 3) ruas Marapalam, Indarung yang

dihubungkan satu sama lain oleh By Pass. Koridor timur Kota Padang pada ruas Alai, Ampang terdiri dari jalan Alai Timur, jalan Ampang Raya, dan jalan Kampung Kalawi, Ruas jalan ini merupakan lokasi penelitian yang diambil oleh penulis.

Ruas jalan Alai Timur, jalan Ampang Raya, dan jalan Kampung Kalawi telah mengalami pelebaran badan jalan. Hal ini dilakukan pemerintah sebagai upaya dalam mendukung pertumbuhan penduduk yang tinggi di daerah timur Kota Padang. Salah satu penyebabnya adalah publikasi wilayah rawan bencana Tsunami oleh BPBD.

Ruas jalan lokasi penelitian merupakan jalur alternatif evakuasi tsunami sehingga akan menjadi tumpuan mobilitas masyarakat ketika terjadi bencana. Oleh karena itu, diperlukan adanya penelitian mengenai kapasitas dan tingkat pelayanan jalan di lokasi ini dengan harapan dapat menjadi titik utama penyelesaian permasalahan transportasi jalan raya di dalam Kota Padang.

Transportasi terjadi karena tidak semua lokasi sumber bahan baku, lokasi produksi dan lokasi konsumen berada pada satu tempat, sehingga kesenjangan jarak antara lokasi tersebut akan melahirkan transportasi (Miro, 2009). Sistem transportasi perkotaan berbeda dengan sistem transportasi di pedesaan. Perbedaan utamanya adalah cakupan wilayah pergerakan, mobilitas kendaraan dan manusia serta sarana prasarana yang digunakan juga berbeda sehingga permasalahannya berbeda pula. Kelebihan utama sarana transportasi jalan raya adalah mampu melayani angkutan dari pintu ke pintu, sehingga dapat dikatakan bahwa angkutan jalan raya merupakan matarantai awal dan akhir dari sistem pengangkutan (BSN Jalan Raya, 2004).

Kapasitas jalan adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu (geometri, distribusi dan komposisi). Kapasitas jalan dihitung dengan

SMP/jam (satuan mobil penumpang per jam) yang dihitung menggunakan perhitungan geometri jalan dan penyesuaian hambatan samping dan ukuran kota.

Tingkat pelayanan (kinerja) jalan dapat diartikan sebagai ukuran kuantitatif yang digunakan (*Highway Capacity Manual* Amerika Serikat) untuk menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu lintas. Tingkat pelayanan juga dapat berarti perbandingan antara volume lalu lintas dan kapasitas daya tampung ruas jalan (Putro dalam Yulita, 2009). Tingkat pelayanan jalan dihitung menggunakan persamaan antara pembilang volume lalu lintas dan kapasitas ruas jalan, sehingga ditemukan *level of service* atau tingkat pelayanan suatu ruas jalan yang kemudian diasosiasikan dengan karakteristik yang secara langsung menggambarkan kondisi lalu lintas pada ruas jalan yang diteliti.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan jenis teknik pengumpulan data primer melalui observasi manual pada ruas jalan yang diteliti. Selain itu, digunakan pula data sekunder dan kualitatif sebagai data pendukung penelitian. Metode deskriptif digunakan untuk menjelaskan data hasil penelitian yang berbentuk tabel bilangan volume dan hambatan samping, serta geometri jalan ruas jalan penelitian.

Tempat penelitian adalah ruas jalan Alai Timur, jalan Ampang Raya, jalan Kampung Kalawi yang merupakan salah satu ruas jalan di koridor timur Kota Padang. Lokasi pengamatan ditentukan berdasarkan kemungkinan titik kepadatan lalu lintas pada ruas jalan yang diteliti, sehingga diperoleh empat titik pengamatan yaitu 1) Simpang Alai, 2) ruas Ampang Raya, 3) Simpang Adzkie dan 4) Simpang By Pass.

Observasi volume dan hambatan samping dilaksanakan selama 2 hari, diambil kondisi yang mewakili hari libur dan hari yang

mewakili hari sibuk, yaitu Senin dan Minggu. Pengamatan dilakukan selama 6 jam dan dibagi menjadi 3 satuan waktu untuk mewakili satuan waktu jam sibuk (*peak hour*).

Demi mendapatkan gambaran keadaan lalu lintas pada suatu ruas jalan diperlukan pandangan secara menyeluruh namun dalam memudahkan proses penelitian, tahapan penelitian perlu dilakukan secara runtut.

Kapasitas Jalan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

(Sumber: MKJI, 1997)

Keterangan:

- C = Kapasitas (SMP/jam)
- C_o = Kapasitas Dasar (SMP/jam)
- FC_w = Faktor Penyesuaian Lebar Jalan
- FC_{sp} = Faktor Penyesuaian Pemisah Arah
- FC_{sf} = Faktor Penyesuaian Hambatan Samping
- FC_{cs} = Faktor penyesuaian Ukuran Kota

Tingkat Pelayanan Jalan ditentukan dengan persamaan berikut:

$$LOS = \frac{V}{C}$$

(Sumber: Putro dalam Yulita, 2013)

Keterangan:

- V = Volume Lalu Lintas (SMP/jam)
- C = Kapasitas Daya Tampung Ruas Jalan (SMP/jam)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Wilayah

a. Kondisi Geografis

Ruas jalan Alai Timur, jalan Ampang Raya, jalan Kampung Kalawi terletak di dua kecamatan di Kota Padang, yaitu Kecamatan

Kuranji dan Kecamatan Padang Utara. Ruas jalan lokasi penelitian memiliki panjang 3.500 meter atau 3,5 km dan memberntang dari barat ke timur Kota Padang. Ruas jalan lokasi penelitian ini juga merupakan ruas jalan jalur evakuasi bencana tsunami.

Untuk memberikan gambaran menyeluruh dalam penelitian, penulis menentukan 4 titik pengamatan pada ruas jalan lokasi penelitian berdasarkan hasil observasi awal dalam perhitungan kapasitas, geometri jalan, hambatan samping dan tingkat pelayanan ruas jalan lokasi penelitian tersebut. Berikut adalah sajian data jarak antar titik pengamatan pada tabel 2 dan untuk lebih jelasnya perhatikan pada peta lokasi pengamatan.

Titik\Jarak	A	B	C	D
A		850 m	2.650 m	3.500 m
B	850 m		1.800 m	2.650 m
C	2.650 m	1.800 m		850 m
D	3.500 m	2.650 m	850 m	

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

b. Kondisi Sosial

Berdasarkan Sensus Penduduk tahun 2010, Kota Padang memiliki penduduk 833.584 jiwa. Kecamatan Kuranji yang terdiri atas 8 kelurahan dan kecamatan Padang Utara yang memiliki 7 kelurahan merupakan dua kecamatan yang menjadi lokasi ruas jalan penelitian. Kecamatan Kuranji memiliki Kelurahan Kuranji dengan penduduk terbanyak dan Kelurahan Ampang dengan penduduk terkecil sedangkan Kecamatan Padang Utara memiliki Kelurahan Air Tawar Barat sebagai kelurahan dengan penduduk paling banyak dan Kelurahan Air Tawar Timur sebagai kelurahan dengan Penduduk paling sedikit. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Jumlah Penduduk Lokasi Penelitian Berdasarkan Kelurahan

No.	Kecamatan Kuranji		Kecamatan Padang Utara	
	Kelurahan	Penduduk	Kelurahan	Penduduk
1	Ampang	6.052	Gunung Pangilun	12.524
2	Anduring	12.920	Ulak Karang Selatan	9.178
3	Lubuk Lintah	9.040	Ulak Karang Utara	6.436
4	Pasar Ambacang	16.025	Air Tawar Timur	4.092
5	Kalumbuk	9.101	Air Tawar Barat	16.038
6	Sungai Sapih	11.223	Alai Parak Kopi	12.731
7	Kuranji	29.466	Lolong Belanti	8.120
8	Korong Gadang	17.111	Jumlah	68.810
	Jumlah	126.520		

Sumber: Hasil Sensus Penduduk 2010

c. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan secara fungsional di Kota Padang terdiri dari lahan untuk permukiman, industri, kebun campuran, ladang, rawa/kolam ikan, jasa, sawah, semak/alang-alang dan hutan. Penggunaan lahan untuk permukiman di Kota Padang pada tahun 2010 seluas 5.325 ha yang terkonsentrasi pada Kecamatan Kototengah yakni seluas 1.165 ha. Selain itu Kota Padang memiliki 991 ha lahan kegiatan Industri dan 387 ha lahan pertanian sawah.

d. Bangkitan dan Pusat Kegiatan

Berdasarkan data BAPPEDA tahun 2008, Kota Padang memiliki satu pusat kegiatan primer yang menjadi daya tarik mobilitas penduduk dari wilayah lain. Selain itu, terdapat pula sejumlah pusat kegiatan sekunder yang menjadi daya tarik pergerakan bangkitan wilayah sekitar pusat kegiatan tersebut.

2. Hasil Penelitian

a. Jenis Jalan

Jenis jalan di lokasi penelitian adalah jalan kolektor yang diproyeksikan sebagai jalan kolektor primer dengan pergerakan hingga 6.000 SMP/jam dalam susunan RTRW Kota Padang tahun 2012-2032. Pembangunan dan pemantauan secara terus menerus dilakukan oleh dinas terkait seperti Dinas Pekerjaan Umum, Dinas Komunikasi dan Informatika dan Dinas Tata Ruang, Tata Bangunan dan Perumahan Kota Padang.

b. Tipe Jalan

Tipe jalan lokasi penelitian terbagi 2, yaitu 2 lajur 2 arah tanpa median jalan (2/2 UD) ditemukan di lokasi penelitian titik A dan B yang meliputi ruas jalan Alai Timur hingga Ampang Raya. Sementara tipe 4 lajur 2 arah tanpa median jalan (4/2 UD) dapat ditemukan pada titik pengamatan 3 dan 4 yang meliputi ruas jalan Kampung Kalawi hingga Simpang By Pass. Data lengkap mengenai tipe dan geometri jalan dapat dilihat dalam tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Geometri Jalan dan Kapasitas Dasar Ruas Jalan Penelitian

T P	Ba hu	Lajur/Jalur		Lajur/Jalur		Ba hu	Ti pe	Kapasitas
1	0,7	3,15		3,15		0,7	2/2 UD	2900
2	0,7	2		2		0,7	2/2 UD	2900
3	3,5	5,2		5,2		3,5	4/2 UD	6000
		2,6	2,6	2,6	2,6			
4	0,7	6,3		7		0,7	4/2 UD	6000
		3,15	3,15	3,5	3,5			

Sumber: Pengolahan data Primer dan MKJI, 1997

c. Volume Kendaraan

Hasil volume kendaraan di ruas jalan penelitian menunjukkan jumlah besaran yang tidak terlalu berbeda yang berada pada kisaran 5.500-7.500 SMP/jam. Hasil lengkap disajikan dalam tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Volume Arus Lalu Lintas

Titik Penelitian	SMP/jam
Alai	6784
Ampang	7308
Adzkie	6894
By Pass	5608

Sumber: Pengolahan Data Primer

d. Hambatan Samping

Perhitungan hambatan samping dilakukan melalui pengamatan pada radius 100 meter di kedua arah titik pengamatan, sehingga diperoleh hasil di tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hambatan Samping

Titik Penelitian	Frekuensi
Alai	5999
Ampang	2329
Azkie	5257
By Pass	8648

Sumber: Pengolahan Data Primer

3. Pembahasan

a. Kapasitas Jalan

Kapasitas ruas jalan Alai Timur, jalan Ampang Raya, jalan Kampung Kalawi adalah 9.677 SMP/jam.

Perhitungan ini berdasarkan persamaan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel 7 berikut :

Tabel 7. Penentuan Kapasitas Daya Tampung Ruas Jalan Lokasi Penelitian

Titik Penelitian	Co	FCw	FCsp	FCsf	FCcs	Jumlah (SM P/jam)
Alai	2.900	1,08	1	0,88	0,86	2.370
Ampang	2.900	0,69	1	0,93	0,86	1.514
Adzkie	6.000	3,64	1	0,88	0,86	17.468
By Pass	6.000	3,92	0,9	0,88	0,86	17.355
Kapasitas Ruas Jalan						9.677

(Sumber: Pengolahan Data Primer)

b. Koefisien Tingkat Pelayanan Jalan

Perhitungan koefisien tingkat pelayanan jalan diketahui melalui persamaan

tingkat pelayanan jalan dimana volume dibagi kapasitas, hasilnya sebagai berikut.

Tabel 8. Koefisien Tingkat Layanan

TP	V	C	V/C
Alai	6.784	9.677	0,701062
Ampang	7.308		0,755212
Adzkie	6.894		0,712429
By Pass	5.608		0,579533

Sumber: Pengolahan Data Primer

c. Karakteristik Tingkat Pelayanan

Karakteristik tingkat pelayanan jalan dapat ditentukan berdasarkan koefisien tingkat pelayanan jalan dan tabel karakteristik tingkat pelayanan jalan (Tamin dan Nahdalina, 2006) sehingga didapatkan hasil berikut.

Tabel 9. Karakteristik Tingkat Pelayanan Jalan Lokasi Penelitian

TP	Koefisien	Rentang	Kelas	Karakteristik
1	0,701062	0,70 - 0,85	D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan menurun cepat akibat volume yang berfluktuasi dan hambatan sewaktu-waktu, tidak ada kebebasan bermanuver dan kenyamanan rendah, bisa ditoleransi tapi dalam waktu singkat.
2	0,755212	0,70 - 0,85	D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan menurun cepat akibat volume yang berfluktuasi dan hambatan sewaktu-waktu, tidak ada kebebasan bermanuver dan kenyamanan rendah, bisa ditoleransi tapi dalam waktu singkat.
3	0,712429	0,70 - 0,85	D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan menurun cepat akibat volume yang berfluktuasi dan hambatan sewaktu-waktu, tidak ada kebebasan bermanuver dan kenyamanan rendah, bisa ditoleransi tapi dalam waktu singkat.
4	0,579533	0,45 - 0,69	C	Arus stabil, kecepatan serta kebebasan bermanuver rendah dan merubah lajur dibatasi oleh kendaraan lain, tetapi masih berada pada tingkat kecepatan yang memuaskan, biasa dipakai untuk desain jalan perkotaan.

Sumber: Pengolahan Data Primer dan Tamin dan Nahdalina, 2006

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat dijelaskan bahwa ruas jalan Alai Timur, jalan Ampang Raya, jalan Kampung Kalawi memiliki koefisien 0,58 – 0,75 yang berada pada kelas D dengan karakteristik arus mendekati tidak stabil, kecepatan menurun dengan cepat akibat volume yang berfluktuasi dan hambatan sewaktu-waktu, tidak ada kebebasan bermanuver dan kenyamanan rendah, bisa ditoleransi tapi dalam waktu singkat akan tetapi masih mampu melayani pergerakan arus kendaraan dan orang pada kondisi normal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kapasitas rencana ruas jalan penelitian adalah 6.000 SMP/jam. Namun pada kenyataannya ruas jalan dilalui hingga 6.650 SMP/jam. Tingkat pelayanan ruas

jalan berada pada koefisien 0,58 – 0,75 yang berada pada kelas D.

Karakter mobilitas kendaraan di ruas jalan penelitian mendekati arus yang tidak stabil, volume yang fluktuatif, tidak adanya kebebasan bermanuver dan rendahnya kenyamanan pengendara tetapi masih mampu melayani pergerakan arus kendaraan harian, baik pada hari sibuk maupun hari kerja.

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis menyarankan kepada Pemerintah melalui Dinas terkait hendaknya bekerjasama dalam mengedepankan pembangunan jalan yang sesuai dengan tuntutan kebutuhan masyarakat, dan juga dapat disesuaikan dengan proyeksi pertumbuhan kendaraan pada tahun-tahun ke depan setelah pembangunan dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. *Padang Dalam Angka 2010*. Padang: Badan Pusat Statistik Propinsi Sumatera Barat
- Arif, Firgani. 2009. *Tesis “Kajian Pelayanan Rute Angkutan Umum di Kota Palembang”*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kota Padang. 2013. *Rancangan Umum Tata Jalan Kota Padang 2009-2014*
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Perhubungan
- Miro, Fidel. 2002. *Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi*. Jakarta: Erlangga
- Morlok, Edwar. K. 1984. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Setijowarno, Djoko dan Russ Bona Frazila. 2003. *Diktat “Pengantar Rekayasa Dasar Transportasi”*. Semarang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata
- Siregar, Muchtaruddin. 2012. *Beberapa Masalah Ekonomi dan Manajemen Transportasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Tamin, Z. Ofyar. 2008. *Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi : Teori, Contoh Soal, dan Aplikasi*. Bandung: Penerbit institut Teknologi Bandung