

**ANALISIS SIMPANG SUSUN SURAPATI BERDASARKAN
IDENTIFIKASI FUNGSIONAL *LAND USE* BERBASIS *DRONE MAPPER***

TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik Sipil



oleh

Muhammad Anelka Saiful Qashmal

NIM 1702368

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2022

LEMBAR HAK CIPTA

ANALISIS SIMPANG SUSUN SURAPATI BERDASARKAN IDENTIFIKASI FUNGSIONAL *LAND USE* BERBASIS DRONE MAPPER

Disusun Oleh:

Muhammad Anelka Saiful Qashmal

NIM 1702368

Tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan gelar Sarjana
Teknik Sipil di Departemen Pendidikan Teknik Sipil
Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Muhammad Anelka Saiful Qashmal

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2022

Hak cipta dilindungi undang undang.

Tugas akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, fotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

Muhammad Anelka Saiful Qashmal

NIM 1702368

**ANALISIS SIMPANG SUSUN SURAPATI BERDASARKAN IDENTIFIKASI
FUNGSIONAL *LAND USE* BERBASIS *DRONE MAPPER***

disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. T. Ir. Juang Akbardin, ST., MT., IPM.

NIP. 19770307 200812 1 001

Pembimbing II



Dr. Ir. H. Dadang Mohamad M., MSCE.

NIP. 19601217 198511 1 002

Mengetahui

Ketua Departemen
Pendidikan Teknik Sipil



Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Dr. Rina Marina Masri, MP.

NIP. 19650530 199101 2 001

Dr. Ir. H. Nanang Dalil H., ST., MPd. IPM


NIP. 19620202 198803 1 002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Analisis Simpang Susun Surapati Berdasarkan Identifikasi Fungsional *Land Use* Berbasis *Drone Mapper***” ini beserta seluruh isinya adalah sepenuhnya karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2022

Pembuat Pernyataan



M. Anelka Saiful Q.

NIM 1702368

ANALISIS SIMPANG SUSUN SURAPATI BERDASARKAN IDENTIFIKASI FUNGSIONAL LAND USE BERBASIS DRONE MAPPER

Muhammad Anelka Saiful Qashmal¹, Juang Akbardin², Dadang Mohamad³

Program Studi Teknik Sipil, Departemen Pendidikan Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

Email:

¹kakanelka@upi.edu

²akbardien@upi.edu

³dadang1712@upi.edu

^{2,3} Penulis Penanggung Jawab

ABSTRAK

Dengan bertumbuhnya arus lalu lintas sebesar 2,39% di ruas simpang Gasibu, diperkirakan pada tahun 2051 ruas simpang tidak mampu lagi melayani arus kendaraan. Walaupun telah dibangun *Flyover* Mochtar Kusumaatmadja, penyebab kemacetan ini merupakan akibat konflik arus kendaraan yang datang dari Jl. Wirayuda Timur ke arah Jl. Sentot Alibasyah. Dengan lahan yang terbatas menyebabkan sempitnya ruang dalam pelebaran jalan sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan upaya mengurai kemacetan menggunakan simpang susun. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja simpang dengan memanfaatkan drone sebagai alat pengumpul data seperti siklus dan arus kendaraan serta peta dasar untuk pemodelan. Perhitungan kinerja simpang dilakukan dengan mengikuti prosedur formulir Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 dan dilakukan pemodelan menggunakan aplikasi PTV VISSIM. Hasil temuan di lapangan menunjukkan bahwa kinerja simpang eksisting berada pada tingkat pelayanan rerata LOS C dengan MKJI 1997, sedangkan menggunakan PTV VISSIM adalah LOS B. Dilakukan tiga alternatif yang dimodelkan untuk memberikan solusi terbaik, diantaranya adalah merekayasa lau lintas satu arah di ruas Gasibu, menggunakan *overpass*, dan menggunakan *underpass*. Disimpulkan pembangunan *underpass* sepanjang 400 meter merupakan alternatif terbaik karena mampu mengurai kemacetan dengan hasil kinerja rerata MKJI 1997 adalah LOS B dan pemodelan PTV VISSIM menghasilkan tingkat pelayanan rerata LOS A. Untuk mengetahui perubahan lahan dilakukan analisis fungsi lahan dengan aplikasi ArcGIS. Hasil perubahan lahan dengan pembangunan *underpass* secara rerata sebesar 4.242,50 m².

Kata kunci: Simpang susun, fungsi lahan, drone mapper, MKJI 1997, PTV VISSIM.

ANALYSIS OF SURAPATI INTERCHANGE IN IDENTIFICATION OF LAND USE BASED ON DRONE MAPPER

Muhammad Anelka Saiful Qashmal¹, Juang Akbardin², Dadang Mohamad³

Civil Engineering Study Program, Department of Civil Engineering Education, Faculty of Technology and Vocational Education, Universitas Pendidikan Indonesia

Email:

¹kakanelka@upi.edu

²akbardien@upi.edu

³dadang1712@upi.edu

^{2,3} Supervisor

ABSTRACT

With the growth of traffic flow by 2.39% at the Gasibu intersection, it is estimated that by 2051 the intersection will no longer be able to serve the flow of vehicles. Although the Mochtar Kusumaatmadja Flyover has been built, the cause of this traffic jam is the conflict with the flow of vehicles coming from Jl. Wirayuda Timur towards Jl. Sentot Alibasyah. With limited land, it causes narrow space in road widening so in this study, an effort will be made to break down congestion using interchanges. This research was conducted to determine the performance of the intersection by utilizing drones as a data collection tool such as vehicle cycles and flows as well as a base map for modeling. The calculation of the performance of the intersection is carried out by following the procedures for the 1997 Indonesian Road Capacity Manual and modeling using the PTV VISSIM application. The findings in the field indicate that the performance of the existing intersection is at the average service level of LOS C with MKJI 1997 while using PTV VISSIM is LOS B. Three alternatives are modeled to provide the best solution, including engineering one-way traffic on the Gasibu section, using an overpass, and using an underpass. It was concluded that the construction of an underpass with a length of 400 meters was the best alternative because it was able to break down congestion with the results of the 1997 MKJI average performance being LOS B and PTV VISSIM modeling resulting in an average service level of LOS A. To determine land change, land function analysis was carried out using the ArcGIS application. The result of land change with underpass construction is on average 4,242.50 m².

Keyword: Interchanges, land use, drone mapper, MKJI 1997, PTV VISSIM.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1. Foto Udara	6
2.1.1. Fotogrametri.....	6
2.1.2. Agisoft Metashape	6
2.2. Arus Lalu Lintas	7
2.2.1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR).....	8
2.2.2. Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT)	8
2.3. Pertumbuhan Lalu Lintas.....	8

2.3.1. Metode Regresi Linear.....	8
2.3.2. Metode Regresi Berganda.....	9
2.3.3. Koefisien Korelasi	9
2.3.4. Koefisien Determinasi (R^2).....	9
2.3.5. Volume Jam Perencanaan.....	10
2.4. Persimpangan.....	10
2.4.1. Simpang Sebidang	10
2.4.2. Simpang Tidak Sebidang.....	12
2.5. Ekuivalen Mobil Penumpang	14
2.6. Simpang Tidak Bersinyal	15
2.6.1. Prosedur Perhitungan Simpang Tidak Bersinyal.....	15
2.6.2. Perilaku Lalu Lintas.....	17
2.7. Simpang Bersinyal.....	19
2.7.1. Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal	20
2.7.2. Perilaku Lalu Lintas.....	21
2.8. Jalan Perkotaan.....	24
2.8.1. Prosedur Perhitungan Jalan Perkotaan.....	24
2.8.2. Perilaku Lalu Lintas.....	26
2.9. Tingkat Pelayanan Jalan	27
2.10. Bagian Bagian Jalan	28
2.11. Desain Geometri Simpang Tidak Sebidang.....	29
2.11.1. Kecepatan Rencana.....	29

2.11.2. Alinyemen Horizontal.....	30
2.11.3. Alinyemen Vertikal.....	31
2.12. <i>PTV VISSIM</i>	32
2.13. Fungsi Lahan	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34
3.1. Desain Penelitian	34
3.2. Lokasi Penelitian	34
3.3. Waktu Penelitian.....	35
3.4. Variabel Penelitian.....	35
3.5. Data Penelitian.....	35
3.6. Instrumen Penelitian	36
3.7. Alat Penelitian	36
3.8. Prosedur Penelitian.....	40
3.9. Teknik Analisis Data	41
3.9.1. Analisis Pertumbuhan LHRT Rencana.....	41
3.9.2. Analisis Kinerja Simpang	42
3.9.3. Identifikasi Fungsional <i>Land Use</i>	43
3.10. Kerangka Berpikir	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1. Pengumpulan Data.....	45
4.1.1. Data Fotogrametri Lapangan	45
4.1.2. Data Lalu Lintas.....	47
4.1.3. Data Sosio-ekonomi.....	50

4.2. Analisis Data.....	51
4.2.1. Pemetaan Foto Udara.....	51
4.2.2. Kinerja Simpang dan Jalan Eksisting	54
4.2.3. Angka Pertumbuhan Kendaraan	60
4.2.4. Kinerja Simpang dan Jalan <i>Do Nothing</i>	64
4.3. Pembahasan	67
4.3.1. <i>Do Something</i> Alternatif I.....	68
4.3.2. <i>Do Something</i> Alternatif II.....	73
4.3.3. <i>Do Something</i> Alternatif III	76
4.4. Pemodelan Lalu Lintas dengan <i>PTV VISSIM 2022</i>	79
4.5. Analisis Fungsi Lahan	86
BAB V PENUTUP.....	90
5.1. Kesimpulan.....	90
5.2. Implikasi	91
5.3. Rekomendasi	91
DAFTAR PUSTAKA.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Situasi Kemacetan di Simpang Surapati – Sentot Alibasyah.....	2
Gambar 2.1 Fotogrametri.....	6
Gambar 2.2 Langkah pengolahan data foto udara menjadi peta 2 dimensi	7
Gambar 2.3 Memisah (<i>Diverging</i>).....	11
Gambar 2.4 Bergabung (<i>Merging</i>).....	11
Gambar 2.5 Berpotongan (<i>Crossing</i>).....	11
Gambar 2.6 Menyilang (<i>Weaving</i>).....	12
Gambar 2.7 Hubungan Langsung	13
Gambar 2.8 Hubungan Semi-Langsung.....	13
Gambar 2.9 Hubungan Tidak Langsung	14
Gambar 2.10 Tundaan lalu-lintas vs Derajat kejenuhan	18
Gambar 2.11 Tundaan lalu-lintas utama Vs Derajat kejenuhan	18
Gambar 2.12 Rentang peluang antrian (QP%) terhadap derajat kejenuhan (DS). 19	
Gambar 2.13 Bagian-bagian jalan.....	28
Gambar 2.14 PTV VISSIM.....	32
Gambar 3.1 Citra Satelit Lokasi Penelitian.....	34
Gambar 3.2 DJI Mavic Air.....	37
Gambar 3.3 Receiver.....	37
Gambar 3.4 Ground Control Point.....	37
Gambar 3.5 Mobile GPS.....	38
Gambar 3.6 Pita Ukur	39
Gambar 3.7 Colony Counter	39
Gambar 3.8 Diagram alir prosedur penelitian	40

Gambar 3.9 Diagram alir analisis regresi linear berganda LHRT Tahun Rencana	41
Gambar 3.10 Diagram alir analisis kinerja simpang.....	42
Gambar 3.11 Diagram alir identifikasi fungsi lahan.....	43
Gambar 3.12 Kerangka berpikir penelitian.....	44
Gambar 4.1 Pix4D.....	46
Gambar 4.2 Pemetaan foto udara.....	46
Gambar 4.3 Survey Kendaraan dengan UAV.....	47
Gambar 4.4 Sketsa arus lalu lintas.....	48
Gambar 4.5 Total arus lalu lintas pagi (Kend/Jam).....	48
Gambar 4.6 Total arus lalu lintas sore (Kend/Jam).....	49
Gambar 4.7 Jumlah kendaraan antar lengan pada puncak pagi dan sore.....	49
Gambar 4.8 Hasil <i>Dense Clouds</i> Foto Udara.....	51
Gambar 4.9 Hasil Model Foto Udara.....	52
Gambar 4.10 Hasil DEM Foto Udara.....	52
Gambar 4.11 Foto Udara Gasibu Kota Bandung.....	53
Gambar 4.12 Koreksi GCP.....	53
Gambar 4.13 <i>Layout</i> Eksisting.....	54
Gambar 4.14 <i>Layout</i> simpang bersinyal Surapati – Sentot Alibasyah.....	55
Gambar 4.15 Regression Statistics Y, X1, X2, dan X3.....	62
Gambar 4.16 Results Y, X1, X2, X3.....	62
Gambar 4.17 Regression Statistics Y, X1, dan X2.....	62
Gambar 4.18 Results Y, X1, dan X2.....	62
Gambar 4.19 Hasil ANOVA persamaan regresi Y, X1, dan X2.....	63
Gambar 4.20 LHRT 2021 vs LHRT 2051.....	64

Gambar 4.21 Rekayasa Lalu Lintas Alternatif I	68
Gambar 4.22 Sketsa geometri simpang I	69
Gambar 4.23 Sketsa Alternatif II	73
Gambar 4.24 Sketsa <i>Do Something</i> Alternatif III	76
Gambar 4.25 Pemodelan <i>PTV VISSIM</i> Eksisting	80
Gambar 4.26 Pemodelan <i>PTV VISSIM Do Nothing</i>	81
Gambar 4.27 Pemodelan <i>PTV VISSIM Do Something</i> Alternatif I	82
Gambar 4.28 Pemodelan <i>PTV VISSIM Do Something</i> Alternatif II	83
Gambar 4.29 Pemodelan <i>PTV VISSIM Do Something</i> Alternatif III	84
Gambar 4.30 Kinerja Simpang Eksisting MKJI 1997 vs <i>PTV VISSIM</i>	85
Gambar 4.31 Kinerja Simpang <i>Do Nothing</i> MKJI 1997 vs <i>PTV VISSIM</i>	85
Gambar 4.32 Kinerja Simpang <i>Do Something I</i> MKJI 1997 vs <i>PTV VISSIM</i>	85
Gambar 4.33 Kinerja Simpang <i>Do Something II</i> MKJI 1997 vs <i>PTV VISSIM</i>	86
Gambar 4.34 Kinerja Simpang <i>Do Something III</i> MKJI 1997 vs <i>PTV VISSIM</i>	86
Gambar 4.35 Digitasi fungsi lahan Gasibu Kota Bandung	87
Gambar 4.36 Contoh <i>Overlay</i> Alternatif II	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Koefisien korelasi	9
Tabel 2.2. Ekvivalen mobil penumpang pada simpang tidak bersinyal.....	14
Tabel 2.3. Ekvivalen mobil penumpang pada simpang bersinyal.....	14
Tabel 2.4. Kelas Ukuran Kota.....	16
Tabel 2.5. Tipe Lingkungan Jalan.....	16
Tabel 2.6. Faktor lebar jalan	24
Tabel 2.7. Faktor lebar bahu	25
Tabel 2.8. Faktor lebar kerib	25
Tabel 2.9. Kelas Hambatan Samping.....	26
Tabel 2.10. Tabel ukuran kota.....	26
Tabel 2.11. Kapasitas dasar jalan perkotaan	27
Tabel 2.12. Hubungan tingkat pelayanan dengan derajat kejenuhan.....	28
Tabel 2.13. Kecepatan rencana	29
Tabel 2.14. Superelevasi untuk jalan raya perkotaan.....	30
Tabel 2.15. Penambahan maksimum kecepatan rencana pada Ramp.....	31
Tabel 3.1. Variabel Penelitian.....	35
Tabel 3.2. Data Penelitian	36
Tabel 4.1. Koordinat GCP.....	46
Tabel 4.2. LHRT Tahun 2021	50
Tabel 4.3. Data Sosio-Ekonomi	50
Tabel 4.4. Fase Sinyal	55
Tabel 4.5. Geometri simpang.....	55
Tabel 4.6. Faktor-faktor penyesuaian.....	56

Tabel 4.7. Resume Kinerja Simpang Eksisting.....	60
Tabel 4.8. Variabel untuk bangkitan.....	60
Tabel 4.9. Matriks korelasi antar variabel.....	61
Tabel 4.10. Bangkitan variabel X1 dan X2.....	63
Tabel 4.11. LHRT tahun 2051	64
Tabel 4.12. Resume Kinerja Simpang <i>Do Nothing</i>	66
Tabel 4.13. Resume <i>Do Something</i> Alternatif I.....	72
Tabel 4.14. Geometrik Alternatif II	74
Tabel 4.15. Resume <i>Do Something</i> Alternatif II.....	75
Tabel 4.16. Geometrik Alternatif III.....	77
Tabel 4.17. Resume <i>Do Something</i> Alternatif III	78
Tabel 4.18. Hasil Pemodelan <i>PTV VISSIM</i> Eksisting.....	80
Tabel 4.19. Hasil Pemodelan <i>PTV VISSIM Do Nothing</i>	81
Tabel 4.20. Hasil Pemodelan <i>PTV VISSIM Do Something</i> Alternatif I.....	82
Tabel 4.21. Hasil Pemodelan <i>PTV VISSIM Do Something</i> Alternatif II.....	83
Tabel 4.22. Hasil Pemodelan <i>PTV VISSIM Do Something</i> Alternatif III.....	84
Tabel 4.23. Resume perubahan fungsi lahan Alternatif I.....	88
Tabel 4.24. Resume perubahan fungsi lahan Alternatif II	88
Tabel 4.25. Resume perubahan fungsi lahan Alternatif III.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Biodata Peneliti
- Lampiran 2.** Surat Tugas Dosen Pembimbing
- Lampiran 3.** Lembar Asistensi
- Lampiran 4.** Berita Acara Seminar I
- Lampiran 5.** Berita Acara Seminar II
- Lampiran 6.** Formulir Survei Kendaraan
- Lampiran 7.** Peta Foto Udara Gasibu Kota Bandung
- Lampiran 8.** Peta Layout Eksisting
- Lampiran 9.** Peta Layout Do Something Alternatif I
- Lampiran 10.** Peta Layout Do Something Alternatif II
- Lampiran 11.** Peta Layout Do Something Alternatif III
- Lampiran 12.** Peta Analisis Fungsi Lahan Eksisting
- Lampiran 13.** Formulir MKJI *Eksisting*
- Lampiran 14.** Formulir MKJI *Do Nothing*
- Lampiran 15.** Formulir MKJI *Do Something Alternatif I*
- Lampiran 16.** Formulir MKJI *Do Something Alternatif II*
- Lampiran 17.** Formulir MKJI *Do Something Alternatif III*
- Lampiran 18.** *Report Agisoft Metashape*
- Lampiran 19.** Dokumentasi Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Akcelik, R. (1998). *Traffic Signal: Capacity and Timing Analysis*. Australia: Arrb Group.
- Ali, E. (2020). *Geographic Information System (GIS): Definition, Development, Applications & Components*. India: Ananda Chandra College.
- Arliansyah, J. dan Bawono, R. (2018). Study on Performance of Intersection Around The Underpass Using Micro Simulation Program. *IOP Conferences Series: Earth and Environmental Sciences*, 12(1), 1 – 7, doi: 10.1088/1755-1315/124/1/012014
- Badan Pusat Statistik. (2012). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2013). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2014). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Kota Bandung Dalam Angka*. Bandung: BPS.
- Balasubramanian, A. (2015). *Categories of Landuse*. India: University of Mysore.
- Barbasiewicz, A. dkk. (2017). The Analysis of the Accuracy of Spatial Models Using Photogrammetric Software: *Agisoft Metashape* and *Pix4D*. *E3S Web of Conferences*, 26(12), 1 – 5.
- California Department of Transportation. (2020). *Highway Design Manual*. State of California: DoT.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2005). *Perencanaan Persimpangan Jalan Tidak sebidang*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Grussenmeyer, P. & Hanke, K. (2002). Architectural Photogrammetry. *Journal of Digital Photogrammetry*, pp. 300 – 339.
- Hobbs, F. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Iskandar, H. (1998). Faktor Volume Jam Perencanaan (Faktor K). *Jurnal Puslitbang Jalan*, 1(15), 1 – 14.
- Ivanova, E. & Masarova, J. (2013). Importance of Road Infrastructure in The Economic Development and Competitiveness. *Journal of Economics and Management*, 18(2), 264 – 274. doi: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.em.18.2.4253>
- Karimah, H. & Akbardin, J. (2019). Kajian Tentang Model Bangkitan Pergerakan Permukiman Kawasan Ciwastra Kota Bandung. *ASTONDJADRO*, 8(2), 97 – 102. doi: 10.32832/astonjadro.v8i2.2799.
- Manuho, J. (2016). *Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata Pada Ruas Jalan Tumpaan – Lopana*. Politeknik Negeri Manado.
- Marwan, dkk. (2020). Comparizon of Accuracy Aerial Photography UAV (Unmanned Aerial Vehcle) and GNSS (Global Navigation Satelite System) for Mapping of Lambarih Village, Aceh Besar, Aceh. *Journal Aceh Physics and Socials*, 9(3), 78 – 83, doi: 10.2815/jacps v9i3.1751.
- Morlok. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Muqron, H. (2020). *Pemanfaatan Data Hasil Photogrammetry dengan Drone Pada Building Information Modelling (BIM)*. Jakarta: Adhi.
- National Research Council. (2000). *Highway Capacity Manual*. United States: NRC.

- Pebriyetti, S., Widodo, S., & Akhmadali. (2017). *Penggunaan Software VISSIM untuk Analisa Simpang Bersinyal*. Pontianak: FT UNTAN.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2020 tentang Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang Dilayani Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 tahun 2006 tentang Jalan.
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tamin, O. Z. (1997). *Perencanaan & Pemodelan Transportasi*. Bandung: ITB.
- Tjahjadi, M. & Rifaan, M. (2019). Foto Udara Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Untuk Pemodelan 3D Jalan Raya. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- Tkac, M. & Mesaros, P. (2019). Utilizing *Drone* Technology in The Civil Engineering. *Journal of Civil Engineering*, 14(1), 27 – 37, doi: 10.1515/sspjce-2019-0003.
- Wahab, W. Sentosa. L., & Sebayang. M. (2015). Analisis Nilai Pertumbuhan Lalu Lintas dan Perkiraan Volume Lalu Lintas Dimasa Mendatang Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata. *JOM FTEKNIK*, 2(1).
- Wibisono, Y. (2015). *Metode Statistik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Widari, L. A., Akbar, S. J., & Fajar, R. (2015). Analisis Tingkat Pelayanan Jalan (Studi Kasus Jalan Medan – Banda Aceh km 254+800 s.d. 256+700). *Teras Jurnal* 5(2). ISSN: 2088-0561.