

12/SKRIPSI/S.Tr-JT/2022

**PENERAPAN *FUZZY* AHP PADA PENENTUAN
METODE KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH JALAN
LAYANG**



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV

Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh:

Haidar Muzakky

NIM 1801413027

Dosen Pembimbing :

Agung Budi Broto, S.T., M.T.

NIP 196304021989031003

**PROGRAM STUDI D-IV PERANCANGAN JALAN DAN
JEMBATAN – KONSENTRASI JALAN TOL**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir Berjudul:

PENERAPAN *FUZZY AHP* PADA PENENTUAN METODE KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH JALAN LAYANG

Yang disusun oleh **Haidar Muzakky (1801413027)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Skripsi

Pembimbing

Agung Budi Broto, S.T., M.T.

NIP 196304021989031003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

PENERAPAN FUZZY AHP PADA PENENTUAN METODE KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH JALAN LAYANG yang disusun oleh **Haidar Muzakky (NIM 1801413027)** telah dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap I** di depan Tim Penguji pada hari **Kamis tanggal 14 Juli 2022**

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Sidiq Wacono, S.T., M.T. NIP 196401071988031001	
Anggota	Arliandy Pratama, S.T., M. Eng NIP 199207272019031024	

Mengetahui
**Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta**



**Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T.,M.M.,M.Ars.
NIP. 197407061999032001**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertandatangan di bawah ini, saya :

Nama : Haidar Muzakky
NIM : 1801413027
Program Studi : Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan – Konstruksi Jalan Tol
Alamat email : haidar.muzakky.ts18@mhs.w.pnj.ac.id
Judul Naskah Skripsi : Penerapan Fuzzy AHP Pada Penentuan Metode Konstruksi Struktur Bawah Jalan Layang

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2021/2022 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Bekasi, 16 Agustus 2022

Yang Menyatakan

Haidar Muzakky
NIM 1801413027



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Proyek konstruksi kerap dihadapi pada masalah kompleks yang bisa berefek pada keberhasilan proyek, sehingga dalam penentuan metode struktur bawah jalan layang banyak kriteria yang diperhitungkan. Akibatnya tidak mudah dalam membuat keputusan. Metode yang banyak digunakan adalah *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) yang dapat mengatasi permasalahan *multi criteria decision making* (MCDM) dengan penilaian subjektif, Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menentukan kriteria paling berpengaruh dalam penentuan metode konstruksi struktur bawah jalan layang dan (2) menentukan metode konstruksi struktur bawah jalan layang yang tepat berdasarkan kriteria yang ditetapkan untuk lokasi tinjauan yaitu Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi II akses Interchange Tambelang. Kriteria penelitian berdasarkan studi literatur dan validasi ahli. Penelitian ini menggunakan survey kuisioner.. Hasil analisis menunjukkan kriteria yang paling berpengaruh yaitu kriteria kualitas pekerjaan dengan nilai 0,242, diikuti dengan keselamatan kerja (0,230), risiko pekerjaan (0,184), stabilitas tanah (0,138), *constructability* (0,066), biaya pekerjaan (0,050), waktu pekerjaan (0,047), dan persiapan pekerjaan (0,043). Adapun metode yang paling tepat untuk digunakan adalah metode *Slab On Pile* dengan nilai 0,511. Sedangkan untuk nilai metode lainnya yaitu *Soil Preloading* dengan skor 0,179, *Vacuum Preloading* dengan skor 0,172, dan Cakar Ayam Modifikasi dengan skor 0,138.

Kata Kunci: *Pengambilan Keputusan, Fuzzy AHP, Struktur Bawah Jalan Layang*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

Construction projects are often faced with complex problems that can affect the success of the project, so that in determining the method of the flyover's substructure many criteria are taken into account. As a result, it is not easy to make a decision. The method that is widely used is the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) which can overcome the problem of multi-criteria decision making (MCDM) with subjective assessment. This study concerns to (1) determine the most influential criteria in determining the construction method of the flyover's substructure and (2) determine the appropriate construction method for the flyover's substructure for the Cibitung – Cilincing Toll Road Section II Tambelang Interchange access. The research criteria are based on literature study and expert validation. This study uses a questionnaire survey. The results of the analysis show that the most influential criteria are work quality criteria with a value of 0.242, followed by work safety (0.230), job risk (0.184), soil stability (0.138), constructability (0.066), work costs (0.050), work time (0.047), and work preparation (0.043). The most appropriate method to use is the Slab On Pile method with a value of 0.511. As for the value of other methods, namely Soil Preloading with a value of 0.179, Vacuum Preloading with a value of 0.172, and Modified Cakar Ayam with a value of 0.138.

Keywords: *Decision Making, Fuzzy AHP, Flyover's substructure*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan tolong dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian Skripsi yang berjudul “Penerapan *Fuzzy* AHP Pada Penentuan Metode Konstruksi Struktur Bawah Jalan Layang”. Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Terapan Jurusan Teknik Sipil Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol Politeknik Negeri Jakarta.

Pada penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang membantu penulis. Oleh karena itu, dengan segala hormat pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan materil maupun imateril dalam penyusunan Skripsi ini hingga selesai. Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa terbaik, kasih sayang, dukungan moril dan semangat yang tiada hentinya sehingga Skripsi ini selesai dengan baik dan tepat waktu.
2. Bapak Agung Budi Broto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang memberikan arahan dan bimbingan terbaik dalam proses pembuatan penelitian Skripsi ini.
3. Bapak Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.
4. Bapak Yanuar Setiawan S.T., M.T., selaku Dosen yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
5. Bapak Rikki Sofyan Rizal S.Tr., M.T., selaku Dosen yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
6. Bapak Subhan Zaki, selaku Manager Konstruksi PT Cibitung Tanjung Priok Port Tollways yang telah memberi arahan kepada penulis tentang penelitian ini.
7. Ibu Ria Maulitari, selaku sekretaris PT Cibitung Tanjung Priok Port Tollways yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
8. Bapak Tisna Setyadi, selaku Chief Inspector PT Virama Karya yang telah membagikan ilmunya ketika di lapangan tentang proyek dan penulisan Skripsi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Para pegawai PT Cibitung Tanjung Priok Port Tollways, PT Virama Karya, dan PT Waskita Karya yang sudah bersedia menjadi responden dalam pengisian kuisisioner sebagai data primer penelitian ini.
10. Teman-teman seperjuangan Jalan Tol Angkatan 2018 yang menemani hari-hari perkuliahan di Politeknik Negeri Jakarta
11. Semua pihak yang telah terlibat langsung maupun tidak langsung membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Semoga kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan Skripsi ini senantiasa diberi keberhakan dalam setiap segi kehidupan oleh Allah SWT. Penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini, oleh sebab itu kritik dan saran dibutuhkan guna menghasilkan sesuatu yang lebih baik. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan diri penulis.

Bogor, 1 Juli 2022

Haidar Muzakky



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN ORISINALITAS KARYA	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanah.....	4
2.1.1 Tanah Lunak.....	4
2.2 Jalan Tol	4
2.3 Jembatan.....	5
2.3.1 Bagian Struktur Jembatan/Jalan Layang.....	5
2.3.2 Struktur Bawah Jembatan/Jalan Layang	5
2.4 Metode Konstruksi.....	6
2.4.1 <i>Slab on pile</i>	6

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.2	<i>Preloading</i>	6
2.4.3	<i>Soil Preloading</i>	7
2.4.4	<i>Vacuum Preloading</i>	8
2.4.5	Cakar Ayam Modifikasi.....	9
2.5	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	9
2.5.1	Skala dasar penelitian perbandingan berpasangan.....	10
2.5.2	Implementasi Metode AHP.....	12
2.6	<i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)</i>	13
2.6.1	<i>Tringular Fuzzy Number (TFN)</i>	14
2.7	Kriteria FAHP Penentuan Metode Konstruksi Struktur Bawah Jalan Layang	14
2.7.1	Waktu Pekerjaan	14
2.7.2	Biaya Pekerjaan.....	15
2.7.3	Kemudahan Pengerjaan (<i>Constructability</i>)	15
2.7.4	Stabilitas Tanah.....	15
2.7.5	Persiapan Pekerjaan	15
2.7.6	Keselamatan Kerja	16
2.7.7	Risiko Pekerjaan.....	16
2.7.8	Kualitas Pekerjaan.....	17
2.8	Studi Literatur	17
2.9	Posisi Penelitian	26
BAB III	METODOLOGI.....	29
3.1	Tinjauan Lokasi.....	29
3.2	Rancangan Penelitian	30
3.3	Metode Pengambilan Data	31
3.3.1	Data Primer	31
3.3.2	Data Sekunder	31



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.4	Metode Pengolahan Data	32
3.5	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	34
BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Data Umum Proyek.....	35
4.2	Data Teknis Proyek	35
4.3	Lokasi Pekerjaan	36
4.4	Hasil Kuisisioner.....	37
4.5	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	44
4.5.1	Gambaran Umum Data	44
4.5.2	Analisis Fuzzy AHP Kelompok Kriteria	46
4.5.3	Analisis Fuzzy AHP Kelompok Alternatif	57
4.5.4	Analisis Kriteria Berdasarkan Jawaban Seluruh Responden (Gabungan) 62	
4.5.5	Analisis Alternatif Berdasarkan Jawaban Seluruh Responden	72
4.5.6	Pembahasan.....	83
BAB V	PENUTUP.....	90
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	91



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembebanan <i>Preloading</i>	7
Gambar 2. 2 Permodelan <i>Soil Preloading</i>	7
Gambar 2. 3 Skema <i>Vacuum Consolidation</i>	8
Gambar 2. 4 Sistem Pondasi Cakar Ayam	9
Gambar 2. 5 Struktur Hierarki	10
Gambar 2. 6 Variabel Kriteria <i>Fuzzy AHP</i>	27
Gambar 2. 7 Diagram Posisi Penelitian	28
Gambar 3. 1 Gambaran Umum Proyek Pembangunan Tol Cibitung - Cilincing	29
Gambar 4. 1 Lokasi Akses Tambelang	36
Gambar 4. 2 Contoh Pengisian Pertanyaan Kriteria	37
Gambar 4. 3 Contoh Pengisian Pertanyaan Alternatif	38
Gambar 4. 4 Usia Responden	44
Gambar 4. 5 Pengalaman Kerja Responden.....	45
Gambar 4. 6 Pendidikan Terakhir Responden	45
Gambar 4. 7 Pembobotan Kriteria (Gabungan Responden).....	83
Gambar 4. 8 Penilaian Alternatif Kriteria Kualitas Pekerjaan	84
Gambar 4. 9 Penilaian Alternatif Kriteria Keselamatan Kerja	85
Gambar 4. 10 Penilaian Alternatif Kriteria Risiko Pekerjaan	85
Gambar 4. 11 Penilaian Alternatif Kriteria Stabilitas Tanah	86
Gambar 4. 12 Penilaian Alternatif Kriteria Kemudahan Pengerjaan	87
Gambar 4. 13 Penilaian Alternatif Kriteria Biaya Pekerjaan	87
Gambar 4. 14 Penilaian Alternatif Kriteria Waktu Pekerjaan.....	88
Gambar 4. 15 Penilaian Alternatif Kriteria Persiapan Pekerjaan.....	88
Gambar 4. 16 Perhitungan Alternatif Kumulatif (Gabungan Responden).....	89

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala dasar penilaian perbandingan berpasangan.....	11
Tabel 2. 2 Random Indeks (RI).....	13
Tabel 2. 3 Skala TFN	14
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 4. 1 Contoh Pengisian Pertanyaan Kriteria	37
Tabel 4. 2 Contoh Pengisian Pertanyaan Alternatif	38
Tabel 4. 3 Posisi Jawaban Matriks Perbandingan Berpasangan	46
Tabel 4. 4 Matriks Perbandingan Berpasangan Skala AHP.....	47
Tabel 4. 5 Matriks Perbandingan Berpasangan Skala Fuzzy	50
Tabel 4. 6 Fuzzy Geometric Mean Value (ri)	51
Tabel 4. 7 Bobot Relative Fuzzy dari Kriteria	52
Tabel 4. 8 Bobot Non-Fuzzy dan Normalisasi Kriteria	53
Tabel 4. 9 Bobot Prioritas Kriteria (Responden 1)	53
Tabel 4. 10 Perkalian Matriks Perbandingan Berpasangan dan Nilai Bobot.....	54
Tabel 4. 11 Hasil Perkalian Matriks.....	55
Tabel 4. 12 Eigen Value.....	56
Tabel 4. 13 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif (Waktu Pekerjaan).....	57
Tabel 4. 14 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif (Biaya Pekerjaan)	57
Tabel 4. 15 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif (Kemudahan Pengerjaan)	58
Tabel 4. 16 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif (Stabilitas Tanah)	58
Tabel 4. 17 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif (Persiapan Pekerjaan)....	58
Tabel 4. 18 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif (Keselamatan Kerja).....	59
Tabel 4. 19 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif (Risiko Pekerjaan)	59
Tabel 4. 20 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif (Kualitas Pekerjaan)	59
Tabel 4. 21 Fuzzy Geometric Mean Value Alternatif (Responden 1) terhadap Waktu Pekerjaan	60
Tabel 4. 22 Bobot Relatif Fuzzy Responden 1 (Waktu Pekerjaan)	60
Tabel 4. 23 Defuzzifikasi 'Waktu Pekerjaan' (Responden 1).....	61
Tabel 4. 24 Normalisasi Seluruh Alternatif dan Kriteria (Responden 1).....	61
Tabel 4. 25 Perhitungan Alternatif (Responden 1)	62
Tabel 4. 26 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Responden	62

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 27 Bobot Skala Fuzzy Responden Gabungan	63
Tabel 4. 28 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan	66
Tabel 4. 29 Nilai ri Gabungan.....	67
Tabel 4. 30 Nilai wi 'Waktu Pekerjaan' Responden Gabungan.....	68
Tabel 4. 31 Defuzzifikasi 'Waktu Pekerjaan' Responden Gabungan	68
Tabel 4. 32 Bobot Prioritas Kriteria (Responden Gabungan)	69
Tabel 4. 33 Perkalian Matriks Responden Gabungan	69
Tabel 4. 34 Hasil Perkalian Matriks (Gabungan Responden).....	70
Tabel 4. 35 Eigen Value (Responden Gabungan)	72
Tabel 4. 36 Hasil Penilaian Laternatif Gabungan Responden Skala AHP	73
Tabel 4. 37 Hasil Penilaian Laternatif Gabungan Responden Metode Fuzzy AHP ..	74
Tabel 4. 38 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Nomor 1.....	78
Tabel 4. 39 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Nomor 2.....	78
Tabel 4. 40 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Nomor 3.....	78
Tabel 4. 41 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Nomor 4.....	79
Tabel 4. 42 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Nomor 5.....	79
Tabel 4. 43 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Nomor 6.....	79
Tabel 4. 44 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Nomor 7.....	79
Tabel 4. 45 Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Nomor 8.....	80
Tabel 4. 46 Fuzzy Geometric Mean Alternatif Terhadap Kriteria Waktu Pekerjaan (Gabungan Responden).....	81
Tabel 4. 47 Bobot Relative Fuzzy Alternatif Terhadap Kriteria Waktu Pekerjaan ...	81
Tabel 4. 48 Averaged dan Normalisasi Bobot Relatif Fuzzy (Berdasarkan Kriteria Waktu Pekerjaan) Gabungan.....	82
Tabel 4. 49 Bobot Normalisasi Seluruh Alternatif Terhadap Seluruh Kriteria (Gabungan Responden).....	82
Tabel 4. 50 Perhitungan Alternatif (Gabungan Responden)	82



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: Lembar Validasi dan Hasil Validasi
- Lampiran 2: Lembar Kuisisioner, Data Responden, dan Jawaban Responden
- Lampiran 3: Perhitungan *Fuzzy* AHP Responden
- Lampiran 4: Surat Menyurat
- Lampiran 5: Lembar Asistensi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada proyek konstruksi sering dihadapkan pada permasalahan yang kompleks. Sehingga agar tidak menyebabkan kerugian dan mempengaruhi keberhasilan proyek, kiranya dibutuhkan pengambilan keputusan yang matang terkait metode konstruksi yang akan dilaksanakan. Pekerjaan struktur bawah jalan layang merupakan salah satunya yang memerlukan pengambilan keputusan terhadap metode konstruksi yang akan digunakan. Pada penelitian ini studi kasus yang diambil adalah Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi II yang berfokus pada jalan akses *Interchange* Tambelang. Pada proyek ini mengalami perubahan metode konstruksi/pekerjaan pada pertengahan proyek. Dimana pada perencanaan dan pelaksanaan sebelumnya menggunakan metode *Soil Preloading* kemudian diubah menjadi metode *Slab On Pile*. Kedua metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing tentunya, sehingga dari permasalahan tersebut dapat ditentukan metode yang lebih tepat. Pertimbangan dalam penentuan metode konstruksi struktur bawah bukan hal yang mudah, sehingga perlu memperhatikan kriteria-kriteria yang dapat menjadi tolak ukur dalam pengambilan keputusan yang tepat.

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui metode konstruksi struktur bawah jalan layang yang paling tepat berdasarkan kriteria yang berpengaruh pada metode pengambilan keputusan. Metode pengambilan keputusan yang digunakan sebagai sarana untuk menentukan metode konstruksi tersebut adalah metode yang cukup populer yaitu *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)* yang dirancang untuk menangani permasalahan *multi criteria decision making (MCDM)*.

Alternatif atau opsi yang digunakan untuk metode konstruksi struktur bawah jalan layang pada kondisi tanah lunak yang umumnya dipakai adalah *slab on pile* dan *soil preloading*. Kedua metode tersebut digunakan pada proyek pembangunan tol Cibitung – Cilincing. Pada penelitian ini alternatif metode konstruksi struktur bawah jalan layang yang disarankan akan ditambah dengan dengan 2 metode tambahan,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sehingga total menjadi 4 alternatif, meskipun pada pelaksanaannya di proyek tersebut terdapat alternatif yang tidak digunakan. Hal ini berguna pada penelitian ini agar terdapat variasi yang beragam dari rekomendasi alternatif yang ada sehingga memungkinkan untuk dilaksanakan pada proyek tersebut. Adapun alternatif yang ditambahkan yaitu *vacuum preloading* dan cakar ayam modifikasi. Untuk mendapatkan data sebagai perbandingan yang digunakan FAHP ini, dilakukan penyebaran kuisioner kepada tenaga ahli kompeten yang berhubungan dengan permasalahan tersebut. Data yang sudah didapat akan diolah menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*.

Dengan penelitian ini diharapkan dengan menggunakan *Fuzzy AHP* dapat menentukan metode konstruksi yang tepat pada lokasi yang ditinjau yaitu Proyek Pembangunan Tol Cibitung – Cilincing Seksi II (akses *Interchange* Tambelang). Berdasarkan hal tersebut, maka dalam tugas akhir ini mengangkat judul “Penerapan *Fuzzy AHP* Pada Penentuan Metode Konstruksi Struktur Bawah Jalan Layang”

1.2 RUMUSAN MASALAH

Adapun permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Kriteria apa yang paling berpengaruh dalam penentuan metode konstruksi struktur bawah jalan layang
2. Alternatif manakah yang tepat untuk metode konstruksi struktur bawah jalan layang pada lokasi tinjauan berdasarkan kriteria-kriteria yang ditentukan

1.3 PEMBATASAN MASALAH

Agar penelitian tugas akhir ini lebih terarah kepada topik permasalahan yang ada, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada Proyek Tol Cibitung – Cilincing Seksi II tepatnya di akses *Interchange* Tambelang.
2. Responden yang dituju adalah para ahli dan pihak yang memiliki hubungan dengan topik penelitian yang ditinjau.
3. Pada penentuan kriteria penelitian ini, berdasarkan penelitian terdahulu serta penetapannya berdasarkan validasi ahli.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang terdapat di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menentukan kriteria yang paling berpengaruh sebagai dasar pertimbangan pemilihan metode konstruksi struktur bawah jalan layang
2. Dapat memberikan rekomendasi metode konstruksi struktur bawah jalan layang berdasarkan implementasi metode pengambilan keputusan *Fuzzy AHP*

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab diharapkan dapat memudahkan dalam memahami materi penelitian tugas akhir ini. Secara garis besar, tugas akhir ini tersusun sebagai berikut:

Bab I diberi judul Pendahuluan, yang berisi tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan disusunnya tugas akhir ini, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi.

Bab II diberi judul Tinjauan Pustaka, yang berisi mengenai pengertian dan dasar teori yang mendukung penelitian metode pengambilan keputusan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)* dan pekerjaan struktur bawah jalan layang

Bab III diberi judul Metodologi yang berisi alur penelitian serta metode-metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan menggunakan FAHP untuk menyelesaikan permasalahan yang dipaparkan.

Bab IV diberi judul Data dan Pembahasan, berisi tentang data beserta pengolahannya dengan metode *Fuzzy AHP* dan pembahasan.

Bab V diberi judul Penutup, yang berisi tentang kesimpulan sebagai hasil dari analisis serta saran sebagai implementasi dan pengembangan penelitian.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan analisa menggunakan *Fuzzy* AHP yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa kriteria yang paling berpengaruh sebagai dasar pertimbangan penentuan metode konstruksi struktur bawah jalan layang adalah kriteria kualitas pekerjaan dengan nilai 0,242 berdasarkan penilaian seluruh responden. Secara keseluruhan urutan kriteria yang berpengaruh adalah kriteria kualitas pekerjaan (0,242), keselamatan kerja (0,230), risiko pekerjaan (0,184), stabilitas tanah (0,138), kemudahan pengerjaan (0,066), biaya pekerjaan (0,050), waktu pekerjaan (0,047), dan persiapan pekerjaan (0,043).
2. Berdasarkan pada peninjauan seluruh kriteria, metode *Slab On Pile* adalah metode konstruksi struktur bawah jalan layang yang tepat pada proyek Jalan Tol Cibitung – Cilincing jalan akses *Interchange* Tambelang. Metode *Slab On Pile* memiliki nilai tertinggi dengan 0,511. Sedangkan untuk metode lainnya yaitu *Soil Preloading* dengan skor 0,179, *Vacuum Preloading* dengan skor 0,172, dan Cakar Ayam Modifikasi dengan skor 0,138.

5.2 SARAN

Berdasarkan analisis dan kesimpulan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan, untuk membuat keputusan dengan permasalahan yang kompleks melibatkan banyak pilihan dan banyak kriteria, maka metode *Fuzzy* AHP dapat diterapkan dalam pengambilan keputusan lainnya.
2. Penelitian berikutnya dapat menyempurnakan penelitian ini, dengan menggunakan metode pengambilan keputusan yang lain seperti ANP, SAW, TOPSIS. Sehingga dapat diperoleh perbandingan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan



DAFTAR PUSTAKA

- Andharsaputri, R. L. (2017). *Sistem Pendukung Keputusan Dengan Penerapan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process) Dalam Pemilihan The Best Telesales*. Jurnal Bianglala Informatika – jurnalbianglala.web.id. Vol 5 No 2 – Tahun 2017 AMIK BSI Pontianak.
- Anshori, Y. (2012). *Pendekatan Triangular Fuzzy Number Dalam Metode Analytic Hierarchy Process*. 2(1), 126–135.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *SNI 8460-2017 Persyaratan Perencanaan Geoteknik*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Broto, A. B., & Maharani, E. (2021). *Implementasi Fuzzy AHP Dan TOPSIS Pada Pemilihan Metode Pekerjaan Perkerasan Kaku*. PROKONS: Jurnal Teknik Sipil, Vol 15, No 1.
- Broto, A. B., & Maulana, D. M. (2020). *Penerapan Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) pada Pemilihan Metode Pelaksanaan Erection box girder*. POLITEKNOLOGI, Vol 19, No 1.
- Brunelli, M. (2015). *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*. SpringerBriefs in Operations Research. doi:10.1007/978-3-319-12502-2.
- Chai, J.C., Charter, J.P., Hayashi, S. (2005). *Ground Deformation Induced by Vacuum Consolidation*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering © ASCE, December 2005
- Das, B.M. (1985). *Mekanika Tanah 1 (Prinsip Rekaya Geoteknis) Terjemahan oleh noor Endah dan Indrasurya B. Moctar*. Jakarta: Erlangga
- Duncan, J.M. & Buchignani, A.L. (1975). *An Engineering Manual for Slope Stability Studies*. Berkeley: Dept of Civil Engineering - University of California.
- Ervianto, W. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- Fahmi, N. R., Prihandoko, A. C., & Retnani, W. E. (2017). *Implementasi Metode Fuzzy AHP pada Sistem Penunjang Keputusan Penentuan Topik Skripsi*. Jurnal

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Farid, M. M., & Suhendar, E. (2019). *Analisis Pemilihan Supplier Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fahp) Pada PT XYZ*. 12(4), 244–253.
- Gerung, J. O., Dundu, A. K., & Mangare, J. B. (2016). *Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Pembangunan Jaringan Daerah Irigasi Sangkup Kiri*. *Jurnal Sipil Statik*, 442.
- Hausmann. (1990). *Engineering Principles of Ground Modification*. New York: McGraw-Hill.
- Heizer, J. dan Render, B. (2015). *Operasional Management. Edisi Sebelas*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hshiong T. G., Jeng H. J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. Ghuangzou. Cina: Taylor & Francis Group..
- Indraratna, B., Bamunawita, C., Redana, I., McIntosh, G. (2003). *Modelling of Prefabricated Vertical Drains in Soft Clay and Evaluation of Their Effectiveness in Practice*. *Journal of Ground Improvement*, 7(3), 127-138. University of Wollongong
- Jaya, C. H. I., et all. (2018). *Sistem Pakar Identifikasi Hama Penyakit Tanaman Sedap Malam Menggunakan Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(1), 313–322.
- JICA. (1977). *Bridge Design: Highway Engineering*. Tokyo Japan International Cooperation Agency.
- Kementrian Perumahan Umum dan Pekerjaan Rakyat. 2012. *Modul Pelatihan Berbasis Kompetensi Sektor Konstruksi Sub Sektor Sipil: Pelaksana Lapangan Drainase Perkotaan Pekerjaan Persiapan*
- Kurnaidi, A., Rosyidin, I. F., Indarto, H., & Atmono, I. D. (2015). *Desain Struktur Slab On Pile*. *JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL*, Vol. 4, No. 4, 57-68.
- Kuswana, W.,S. (2014). *Ergonomi Dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Lantang, F. N., Sompie, B. F., & Malingkas, G. Y. (2014). *Perencanaan Biaya Dengan Menggunakan Perhitungan Biaya Nyata Pada Proyek Perumahan. Jurnal Sipil Statik Vol. 2 No. 2, 73.*
- Lokobal, A. (2014). *Manajemen Risiko Pada Perusahaan Jasa Pelaksana Konstruksi di Propinsi Papua. Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol. 4 No. 2*
- Marom, E. A., & Sunuharyo, B. S. (2018). *Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Karyawan. Jurnal Administrasi Bisnis Vol. 60 No. 1, 187-194.*
- Masse, F., et all. (2001). *Vacuum Consolidation: A review of 12 years of successful development.* <http://www.menard-soltraitment.com>.
- Munir, M., & Yakin, Y. A. (2018). *Evaluasi Deformasi dan Stabilitas Struktur Tiang Pelat (Pile slab) di Atas Tanah Gambut (Studi Kasus: Ruas Jalan Tol Pematang Panggang - Kayu Agung, Provinsi Sumatera Selatan).* Jurusan Teknik Sipil Itenas, Vol. 4, No. 3, 105-116.
- Munthafa, A., & Mubarak, H. (2017). *Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Mahasiswa Berprestasi.* Jurnal Siliwangi, 3(2), 192–201.
- Nurbani, S. N., et all. (2018). *Pemilihan supplier Bahan Kemasan Teh Goalpara 30's dengan Pendekatan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP).* Competitive, 13(1), 30–44. <https://doi.org/10.36618/competitive.v13i1.345>
- Panduan Geoteknik 1. (2001). *Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Dasar Tanah Lunak. Edisi 1.* Jakarta: Pusat Litbang Prasarana Transportasi
- Peraturan Pemerintah (PP) tentang Perubahan Keempat atas Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol
- Pratiwi, Heny. (2016). *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan.* Yogyakarta: Deepublish.
- PT Utama Karya. (2018). "Pemilihan Metoda Perbaikan Tanah Lunak Jalan Tol Palembang-Indralaya". *Prosiding dari Seminar Penerapan Teknologi Konstruksi dengan Tema Kemajuan dan Inovasi Teknologi Konstruksi Untuk Percepatan Pembangunan Nasional, Universitas Sriwijaya : 25 April 2018*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- PT. Perentjana Djaja. *Pengendali Mutu Independen (PMI) Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing*. Laporan Bulanan No: 26
- PT. Teknikindo Geosistem Unggul. *Laporan Perbaikan Tanah Lunak Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi I STA 0+440 – STA30+200*
- Rezki, M. (2018). *Analisa Jembatan Box Girder Prestress*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Ridley, J. (2006). *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta : Erlangga.
- Rimantho, D., et al. (2017). Pemilihan Supplier Rubber Parts Dengan Metode Analytical Hierarchy Process Di PT.XYZ. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. Vol. 6, No.2, Oktober 2017, ISSN 2338-1499. <https://journal.unpar.ac.id/index.php/jrsi/index>
- Saaty, T. L. (1990). *How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process*. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-1)
- Saaty, T. L. Dan Vargas, L. G. (2001). *Models, Methods, Concepts Sc Applications of the Analytic Hierarchy Process*. International Series In Operations Research & Management Science. Springer Science+Business Media, LLC. ISBN 978-1-4615-1665-1 (eBook). DOI 10.1007/978-1-4615-1665-1.
- Saaty, T., & Vargas, L. (2012). *Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process*. Driven Demand and Operations Management Models. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>
- Saaty., T.L. (1993). *Decision For Leaders, Analytical Hierarchy Process for Decision Making in Complex Situations*. Management Series, 134.
- Sudaryono, & Najmuddin. (2018). *Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemilihan Supplier Kemasan (Box Packaging) Terbaik Dengan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus Pada CV. Banyoe Atika Mandiri)*.
- Supriyadi, B. (1997). *Analisis Struktur Jembatan*, Biro Penerbit KMTS FT UGM, Yogyakarta.