

**STUDI PERBANDINGAN UJI INTEGRITAS TIANG  
DENGAN METODE THERMAL INTEGRITY  
PROFILER (TIP), CROSS-HOLE SONIC LOGGING  
(CSL) DAN PILE INTEGRITY TEST (PIT)**

**TESIS**



**Oleh:**

**Amadeus Thorbert Soenjaya  
2014831017**

**Pembimbing:**

**Prof. Paulus Pramono Rahadjo, Ir., Msc., Ph.D.**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
AGUSTUS 2016**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI PERBANDINGAN UJI INTEGRITAS TIANG DENGAN METODE  
THERMAL INTEGRITY PROFILER (TIP), CROSS-HOLE SONIC  
LOGGING (CSL) DAN PILE INTEGRITY TEST (PIT)**



**Oleh:**

**Amadeus Thorbert Soenjaya  
2014831017**

**Disetujui Untuk Diajukan Ujian Sidang pada Hari/Tanggal:  
Kamis, 11 Agustus 2016**

**Pembimbing:**

**Prof. Paulus Pramono Rahadjo, Ir., Msce., Ph.D.**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
AGUSTUS 2016**

STUDI PERBANDINGAN UJI INTEGRITAS TIANG DENGAN METODE  
THERMAL INTEGRITY PROFILER (TIP), CROSS-HOLE SONIC LOGGING  
(CSL) DAN PILE INTEGRITY TEST (PIT)

**Amadeus Thorbert Soenjaya (NPM: 2014831017)**  
**Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., Msce., Ph.D**  
**Magister Teknik Sipil**  
**Bandung**  
**Agustus 2016**

**ABSTRAK**

Tiang bor dikonstruksi secara *cast in-situ* sehingga banyak faktor yang akan mempengaruhi integritas tiang antara lain kestabilan lubang bor, metode konstruksi serta durasi konstruksi tiang bor tersebut. Pada umumnya ditemukan bahwa daya dukung maupun performa tiang bor menurun akibat terjadinya anomali pada integritas tiang bor sehingga integritas tiang bor ini harus dimonitor sedini mungkin agar dapat ditentukan langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum proses konstruksi berlanjut. Pada awal tahun 2000, diperkenalkan alat uji integritas baru dengan memanfaatkan panas hidrasi beton pada masa *curing*-nya yang dinamakan *Thermal Integrity Profiler* (TIP). Untuk menguji keandalan serta kelemahan dari alat uji TIP dibandingkan dengan alat uji integritas terdahulu seperti Pile Integrity Test (PIT) dan Cross-Hole Sonic Logging (CSL) maka penelitian ini membahas satu persatu keandalan dan kelemahan dari masing-masing metode pengujian sehingga diharapkan dapat memberikan informasi yang cukup untuk pembaca dalam menentukan alat uji yang sesuai untuk digunakan di dalam pengujian di proyek. Hasil penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa masing-masing uji memiliki kelemahan dan keunggulannya masing-masing. Seperti pengujian PIT yang dapat dilakukan dengan mudah tanpa adanya persiapan khusus pada tiang bor, CSL yang menyajikan hasil uji secara detail dan TIP dapat memeriksa keutuhan selimut tiang.

Kata Kunci: Tiang Bor, Fondasi, Integritas, PIT, CSL, TIP, Cast In-Situ

COMPARISON STUDY OF PILE INTEGRITY TEST WITH THERMAL  
INTEGRITY PROFILER (TIP), CROSS-HOLE SONIC LOGGING (CSL) AND  
PILE INTEGRITY TEST (PIT)

**Amadeus Thorbert Soenjaya (NPM: 2014831017)**  
**Adviser: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., Msce., Ph.D**  
**Magister of Civil Engineering**  
**Bandung**  
**August 2016**

**ABSTRACT**

Bored pile is constructed by cast in-situ, there is many factor that affecting to pile integrity such as bored hole stability, construction method and duration of bored pile construction. Mostly, suspected that pile capacity and durability decrease due to there is some bored pile integrity anomaly occurred. So, bored pile integrity need to be monitored as soon as possible that the prevention and repair for the pile can be done before the construction continues too far away. In early 2000, introduced a new integrity test method that use concrete hydration heat in its curing time that called as Thermal Integrity Profiler (TIP). To examine reliability and weakness of TIP test compared by the older integrity test method such as Pile Integrity Test (PIT) and Cross-Hole Sonic Logging (CSL) so reliability and weakness for each method will be discussed in expected can give some enough informations for reader in choosing integrity test method that suitable to used in project. Final of this research will show how about advantages and disadvantages for every test methods. Such as for PIT that can be done in every bored pile without special preparation, CSL give a detail information about pile integrity and TIP can examine about pile concrete cover.

Keyword: Bored Pile, Foundation, Integrity, PIT, CSL, TIP, Cast In-Situ

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan anugerh-Nya sehingga tesis ini dapat selesai tepat waktu. Tesis ini dilaksanakan dalam rangka sebagai syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Sipil Program Strata 2 (S2) pada Program Studi Teknik Jurusan Teknik Sipil Konsentrasi Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penulisan tesis ini, tidak jarang ditemuinya hambatan-hambatan. Akan tetapi atas saran, kritik serta dorongan semangat dari berbagai pihak, semua hambatan tersebut dapat teratasi dan tesis ini dapat selesai dengan baik. Maka pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk proses bimbingan selama penyusunan tesis serta memberikan saran-saran sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Prof. Abdul Aziz Djajaputera, Ph.D. dan Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T. selaku komite tesis yang telah memberikan bantuan berupa masukan selama penyusunan skripsi.
3. Bapak Aksan Kawanda, S.T., M.T selaku mentor yang telah memberi masukan dan arahan serta dukungan mulai dari proses pengambilan data hingga selesainya penyusunan tesis ini.
4. Seluruh dosen Universitas Katolik Parahyangan yang telah membagikan ilmu dan saran selama proses perkuliahan.

5. Soenjaya Liugiarto dan Monica Sandra Inggriani selaku orang tua penulis yang selalu memberikan semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan penuh semangat.
6. Gabriele Bernike dan Iona Ordedia Liugiarto selaku cicik dan adik penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis selama penyusunan tesis.
7. Wiwin yang telah memberi semangat serta berjuang bersama selama kuliah program magister ini.
8. Susan, Ricky dan teman-teman selaku teman seperjuangan dan menjadi tempat bertukar pikiran selama penyusunan thesis ini.
9. Seluruh rekan kerja di PT. Geotech Efathama yang selalu memberi kesempatan untuk fokus selama proses studi.
10. Alm. Darwin Cangga Williansyah yang telah turut membantu selama proses pengujian di lapangan.
11. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dalam pengumpulan data maupun dalam penulisan skripsi ini.

Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca karena penulis sadar bahwa laporan kerja praktek ini masih terdapat kekurangan.

Bandung, 11 Agustus 2016

Amadeus Thorbert Soenjaya

2014831017

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>.....</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN TESIS .....</b>	<b>.....</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>.....</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>.....</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>I</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>III</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>IX</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Inti Pembahasan .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan.....	4
1.5. Sistematika Pembahasan.....	4
<b>BAB II STUDI PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Tiang Bor (Bored Pile).....	7
2.2. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Keutuhan Tiang Bor.....	8
2.2.1. Metode Pemboran .....	8
2.2.2. Metode Pengecoran.....	13
2.3. Pengujian Integritas Tiang .....	20
2.3.1. Metode Pile Integrity Test (PIT).....	20
2.3.2. Metode Cross-Hole Sonic Logging (CSL) .....	24
2.3.3. Metode Thermal Integrity Profiler (TIP) .....	29
<b>BAB III METODE ANALISIS .....</b>	<b>35</b>
3.1. Rambatan Gelombang Satu Dimensi .....	35
3.1.1. Metode BETA .....	38
3.2. Rambatan Gelombang Ultra Sonic pada Beton .....	42
3.3. Hubungan Panas Hidrasi terhadap Radius dan Mutu Beton.....	45
3.4. Contoh Kasus .....	53
3.4.1. Hasil Uji Integritas dengan Metode TIP dan CSL .....	54

3.4.2.	Hasil Uji TIP dan PIT .....	59
<b>BAB IV DISKUSI .....</b>		<b>63</b>
4.1.	Deskripsi Proyek.....	63
4.1.1.	Proyek Pertama.....	63
4.1.2.	Proyek Kedua .....	64
4.2.	Hasil Uji Integritas.....	65
4.2.1.	Hasil Uji Integritas pada Proyek Pertama.....	65
4.2.2.	Hasil Uji Integritas pada Proyek Kedua .....	84
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>105</b>
5.1.	Kesimpulan.....	105
5.2.	Saran .....	107
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>111</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Ilustrasi pemboran tanah dengan menggunakan metode basah (FHWA, 2010) .....	10
Gambar 2 Gambaran mengenai metode konstruksi tiang bor dengan metode basah .....	10
Gambar 3 Ilustrasi pemboran dengan menggunakan casing (FHWA, 2010) .....	11
Gambar 4 Ilustrasi pemboran dengan menggunakan casing sebagai penahan air sehingga dapat dilakukan pemboran kering (FHWA, 2010) .....	11
Gambar 5 Rongga terjadi di sekeliling casing (FHWA, 2010) .....	13
Gambar 6 Metode pengecoran pada pemboran kering tanpa menggunakan pipa tremi (FHWA, 2010) .....	14
Gambar 7 Metode pengecoran menggunakan pipa tremi (FHWA, 2010) .....	15
Gambar 8 Ilustrasi aliran beton yang buruk pada saat pengecoran (FHWA, 2010)	17
Gambar 9 Gambaran perhitungan tekanan beton di dalam pipa tremi (EFFC/DFI, 2015) .....	18
Gambar 10 Ilustrasi efek tekanan beton yang terlalu rendah sehingga tekanan air lebih besar (FHWA, 2010) .....	19
Gambar 11 Pengujian PIT pada Tiang Square 30 x 30 .....	21
Gambar 12 Palu Standar, (b) Palu Bola Baja dan (c) Wax .....	22
Gambar 13 Peralatan Uji PIT .....	23
Gambar 14 Diagram Pengujian PIT (FHWA, 2010) .....	24
Gambar 15 Peralatan Pengujian CSL .....	26
Gambar 16 Skematik Uji CSL pada Tiang Bor dengan (3) Pipa Akses .....	26
Gambar 17 Diagram pengujian CSL (FHWA, 2010) .....	29
Gambar 18 Kabel Termal terpasang pada pembesian (Mullins, 2013) .....	30
Gambar 19 Distribusi temperatur pada fondasi dalam (TIP Manual, PDI) .....	31
Gambar 20 Distribusi temperatur pada variasi ukuran tiang (Mullins, 2012) .....	33
Gambar 21 Alur Gelombang pada Tiang dengan Pengurangan Penampang/modulus (Rausche, 2002) .....	37
Gambar 22 Ilustrasi perambatan gelombang dan pantulannya pada tiang dengan perubahan penampang dan hasil $\alpha$ pada kepala tiang (PIT Manual, PDI) .....	39
Gambar 23 Interpretasi Hasil Uji CSL (CSL Manual, PDI) .....	43
Gambar 24 Hasil CSL dengan Kerusakan pada Ujung Tiang .....	44
Gambar 25 Profil Temperatur Tiang dengan Anomali (Johnson, 2014) .....	46
Gambar 26 Data pengecoran tiang (kiri) dan diameter efektif dibandingkan terhadap data TIP (kanan) (Mullins & Winters, 2012) .....	47
Gambar 27 Radius efektif tiang hasil interpretasi TIP (TIP Manual, PDI) .....	49
Gambar 28 Temperatur terukur, teoritis, dan terkoreksi untuk ujung atas dan bawah tiang (Johnson, 2014) .....	51

Gambar 29 Profil temperatur pada tiang uji (Mullins, 2008) .....	53
Gambar 30 Data Mentah Uji TIP (Piscalko, 2014) .....	55
Gambar 31 Radius Tiang Berdasarkan hasil Uji TIP (Piscalko, 2014) .....	56
Gambar 32 Profil 3 Dimensi Hasil Uji TIP (Piscalko, 2014) .....	57
Gambar 33 Pengecekan Visual Tiang (Piscalko, 2014) .....	58
Gambar 34 Hasil Uji CSL (Piscalko, 2014) .....	59
Gambar 35 Hasil Uji TIP pada tiang CPA (Piscalko, 2014) .....	60
Gambar 36 Profil 3 Dimensi Tiang CPA (Piscalko, 2014) .....	61
Gambar 37 Hasil Uji Pit (Piscalko, 2014) .....	62
Gambar 38 Piling Record untuk Tiang TPA 01 pada Proyek Pertama .....	67
Gambar 39 Ilustrasi Profil Tiang TPA 01 berdasarkan Concreting Record .....	69
Gambar 40 Hasil Pengujian PIT pada TPA 01 dengan Palu 1.5 kg .....	70
Gambar 41 Hasil Pengujian PIT pada TPA 01 dengan Palu 3.0 kg .....	70
Gambar 42 Konfigurasi Kabel Thermal dan Ringkasan Hasil Uji TIP pada Tiang TPA 01 .....	72
Gambar 43 Distribusi Panas Hidrasi yang Terekam pada Uji TIP TPA01 .....	73
Gambar 44 Profil 3 Dimensi dan Interpretasi Radius Tiang Berdasarkan Uji TIP pada TPA 01 .....	74
Gambar 45 Piling Record untuk Tiang TPA 04A pada Proyek Pertama (halaman 1) .....	77
Gambar 46 Piling Record untuk Tiang TPA 04A pada Proyek Pertama (halaman 2) .....	78
Gambar 47 Ilustrasi Profil Tiang TPA 04A berdasarkan Concreting Record .....	79
Gambar 48 Hasil Pengujian PIT pada TPA 04A dengan Palu 1.5 kg .....	80
Gambar 49 Hasil Pengujian PIT pada TPA 04A dengan Palu 3.0 kg .....	80
Gambar 50 Konfigurasi Kabel Thermal dan Ringkasan Hasil Uji TIP pada Tiang TPA 04A .....	81
Gambar 51 Distribusi Panas Hidrasi yang Terekam pada Uji TIP TPA 04A .....	82
Gambar 52 Profil 3 Dimensi dan Interpretasi Radius Tiang Berdasarkan Uji TIP pada TPA 04A .....	83
Gambar 53 Piling Record untuk Tiang TP 4 pada Proyek Kedua .....	86
Gambar 54 Ilustrasi Profil Tiang TP4 Berdasarkan Concreting Record .....	87
Gambar 55 Hasil Pengujian PIT pada TP 4 dengan Palu 9 kg .....	88
Gambar 56 Hasil Uji CSL pada Tiang TP 4 .....	89
Gambar 57 Konfigurasi Kabel Thermal dan Ringkasan Hasil Uji TIP pada Tiang TP 4 .....	90
Gambar 58 Distribusi Panas Hidrasi yang Terekam pada Uji TIP TP 4 .....	91
Gambar 59 Profil 3 Dimensi dan Interpretasi Radius Tiang Berdasarkan Uji TIP pada TP 4 .....	92
Gambar 60 Piling Record untuk Tiang TP 5 pada Proyek Kedua .....	95
Gambar 61 Hasil Uji Koden pada Lubang Bor Tiang TP 5 .....	96
Gambar 62 Ilustrasi Profil Tiang TP 5 Berdasarkan Concreting Record .....	97
Gambar 63 Hasil Pengujian PIT pada TP 5 dengan Palu 9 kg .....	98
Gambar 64 Hasil Uji CSL pada Tiang TP 5 .....	99

Gambar 65 Konfigurasi Kabel Thermal dan Ringkasan Hasil Uji TIP pada Tiang TP 5.....	100
Gambar 66 Distribusi Panas Hidrasi yang Terekam pada Uji TIP TP 5.....	101
Gambar 67 Profil 3 Dimensi dan Interpretasi Radius Tiang Berdasarkan Uji TIP pada TP 5.....	102
Gambar 68 Profil Tiang Hasil Uji TIP yang Diplotkan Terhadap Lapisan Tanah	103

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Lapangan Uji PIT TPA 01 .....	113
Lampiran 2. Data Lapangan Uji PIT TPA 04A .....	117
Lampiran 3. Data Lapangan Uji PIT TP 4 .....	125
Lampiran 4. Data Lapangan Uji PIT TP 5 .....	129
Lampiran 5. Data Lapangan Uji CSL TP 4.....	133
Lampiran 6. Data Lapangan Uji CSL TP 5.....	137
Lampiran 7. Piling Record TPA 01 .....	141
Lampiran 8. Piling Record TPA 04A .....	143
Lampiran 9. Piling Record TP 4 .....	145
Lampiran 10. Piling Record TP 5 .....	147

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Bentuk dari fondasi tiang bor dipengaruhi oleh konsistensi tanah disekitarnya dan metode konstruksi. Apabila tanah disekitarnya merupakan tanah yang lunak atau pasir lepas di bawah muka air tanah maka dapat terjadi longsoran saat lubang bor terbuka. Longsoran ini dapat mengakibatkan pembesaran maupun pengecilan pada tiang bor. Pada lapisan pasir yang memiliki permeabilitas tinggi, dapat ditemukan adanya aliran air di bawah tanah sehingga beton yang masuk kedalam lubang bor akan terbilas dan terjadi segregasi. Selain itu juga masih banyak faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan kegagalan konstruksi sebuah tiang bor seperti kebocoran pada pipa tremi, waktu penuangan adonan beton yang terlalu lama atau pelaksanaan yang mengabaikan standar pengerjaan yang benar.

Untuk mengetahui apa yang terjadi pada tiang bor maka ditemukan sebuah alat yang memanfaatkan rambatan gelombang satu dimensi pada tiang. Alat ini merupakan alat yang paling sederhana dalam pengujian integritas (keutuhan) tiang yang biasa disebut Pile Integrity Test (PIT). PIT ini dapat memberikan gambaran secara umum keutuhan tiang tetapi tidak dapat memberikan informasi yang mendetail. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, diciptakan beberapa alat yang lebih canggih dibandingkan PIT tetapi hanya dapat digunakan pada tiang bor karena diperlukan adanya pipa akses untuk sensor. Alat-alat ini berupa uji Cross-Hole Sonic

Logging (CSL) dan Gamma-Gamma Logging (GGL). CSL memanfaatkan cepat rambat gelombang ultra sonic pada beton yang nilainya berkisar antara 3500 m/s hingga 4000 m/s namun alat ini hanya dapat memeriksa keutuhan beton pada jalur rambatan gelombang saja (garis antara pipa sensor *transmitter* ke pipa sensor *receiver*) sehingga keutuhan selimut tiang tidak dapat diketahui; sedangkan Gamma-Gamma Logging memanfaatkan radiasi sinar Gamma sehingga alat ini merupakan alat yang dapat berpengaruh pada kesehatan pengguna.

Pengujian yang umum digunakan di Indonesia adalah pengujian dengan metode PIT dan CSL. Kedua alat ini memiliki kelebihan dan kekurangan pada masing-masing alat. Sejak awal 2000 dikembangkan pengujian integritas tiang untuk memperbaiki kekurangan pada kedua alat tersebut dengan memanfaatkan panas hidrasi pada saat pengecoran beton oleh Pile Dynamics, Inc. (PDI) dan Foundation and Geotechnical Engineering LLC (FGE). Alat uji ini dinamakan Thermal Integrity Profiler. Penulis tertarik untuk mempelajari teori dan penggunaan alat ini karena alat ini merupakan salah satu alat pengujian integritas yang mampu memberi kelebihan dari uji lainnya dan mengurangi kelemahan yang dapat terjadi. Alat ini dapat mendeteksi keutuhan tiang secara detail dan dapat memberikan gambaran keutuhan selimut tiang mengingat bagian terpenting dari fondasi dalam adalah pada integritas selimutnya karena selain menerima friksi dari tanah, selimut tiang juga berperan untuk melindungi tulangan dari korosi.

## **1.2. Inti Pembahasan**

Fondasi dari suatu bangunan merupakan suatu bagian yang paling penting untuk mempertahankan kekuatan bangunan sehingga jika terjadi kegagalan pada fondasi maka dapat dipastikan bahwa akan terjadi kegagalan struktur di atasnya juga. Ini membuat penulis menyoroiti keutuhan fondasi dalam terutama tiang bor. Banyak faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keutuhan tiang bor sehingga dapat terjadi berbagai masalah seperti segregasi, pengecilan, material beton bercampur dengan material lain bahkan adanya endapan di dasar tiang. Maka seiring berkembangnya teknologi, penulis mencoba untuk mengkaji kembali metode-metode pengujian integritas tiang mulai dari PIT, CSL dan secara khusus TIP.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji keandalan pengujian integritas menggunakan metode Thermal Integrity Profiler (TIP) terhadap pengujian lain yang sudah umum digunakan di Indonesia. Dan secara umum mempelajari teori, metode pengujian serta cara interpretasi hasil pengujian dengan menggunakan data-data yang diperlukan dalam analisa tersebut.

#### **1.4. Ruang Lingkup Pembahasan**

Pembahasan dalam analisis ini meliputi:

- Metode kerja pengujian integritas tiang (TIP, CSL dan PIT)
- Interpretasi hasil uji integritas tiang (TIP, CSL dan PIT)
- Perbandingan kelebihan dan kekurangan dari ketiga metode uji integritas tiang.

#### **1.5. Sistematika Pembahasan**

Pembahasan pada tulisan ini dibagi menjadi:

##### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Dalam bab ini dibahas tentang latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penulisan, ruang lingkup pembahasan dan sistematika penulisan.

##### **BAB 2 STUDI PUSTAKA**

Bab ini menjabarkan tentang dasar teori yang akan digunakan dalam penulisan tesis antara lain teori mengenai tiang bor, metode konstruksi tiang bor serta metode pengujian integritas tiang (PIT, CSL dan TIP)

##### **BAB 3 METODE ANALISIS**

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai metode analisis yang akan digunakan yaitu interpretasi hasil dari pengujian TIP, PIT dan CSL. Serta akan dijabarkan secara detail mengenai asumsi-asumsi yang digunakan serta korelasi-korelasi yang diterapkan pada uji integritas tersebut.



#### BAB 4 STUDI KASUS

Bab ini berisi deskripsi proyek, data-data hasil pengujian yang dilakukan serta perbandingan dari hasil uji TIP terhadap hasil pengujian lain seperti PIT dan CSL.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan kesimpulan yang diambil serta saran yang dapat diberikan berhubungan dengan kesimpulan yang diambil.