

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya.

Tersusunnya tugas akhir ini berkat bantuan berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung. Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Achfas Zacoeb, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Roland Martin S, ST., MT., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.
3. Ibu Ir. Ristinah S. MT., selaku Ketua Majelis pada tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Sugeng P. Budio, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
5. Bapak Dr.Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
6. Orang tua yang telah memberikan dukungan moril dan materil yang tidak ternilai dalam proses penyelesaian tugas akhir.
7. Semua pihak dan teman-teman jurusan Teknik Sipil angkatan 2010 yang telah banyak mendukung dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dan terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya masukan, baik saran maupun kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat, khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi para pembaca.

Malang, Juli 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>           | <b>i</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>               | <b>ii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>             | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>            | <b>v</b>   |
| <b>RINGKASAN .....</b>                | <b>vii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>              |            |
| 1.1 Latar Belakang .....              | 1          |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....        | 2          |
| 1.3 Rumusan Masalah .....             | 3          |
| 1.4 Batasan Masalah .....             | 3          |
| 1.5 Tujuan Penelitian .....           | 4          |
| 1.6 Manfaat Penelitian .....          | 4          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>        |            |
| 2.1 Retak pada Struktur Beton .....   | 5          |
| 2.2 Jangka Sorong .....               | 10         |
| 2.3 <i>Microcrack Detector</i> .....  | 13         |
| 2.4 <i>Portable Scanner</i> .....     | 14         |
| 2.5 Resolusi Gambar .....             | 15         |
| 2.6 Kalibrasi Pengukuran .....        | 17         |
| 2.7 Hipotesis Penelitian .....        | 17         |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>      |            |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian ..... | 18         |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....   | 18         |
| 3.3 Rancangan Benda Uji .....         | 18         |
| 3.4 Rancangan Penelitian .....        | 20         |
| 3.5 Variabel Penelitian .....         | 22         |
| 3.6 Metode pengumpulan Data .....     | 22         |
| 3.7 Pengolahan Data .....             | 22         |
| 3.8 Diagram Alir Penelitian .....     | 25         |

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

|     |                            |    |
|-----|----------------------------|----|
| 4.1 | Prosedur Pengukuran .....  | 26 |
| 4.2 | Kalibrasi Pengukuran ..... | 30 |
| 4.3 | Hasil Pengujian .....      | 37 |
| 4.4 | Pembahasan .....           | 44 |

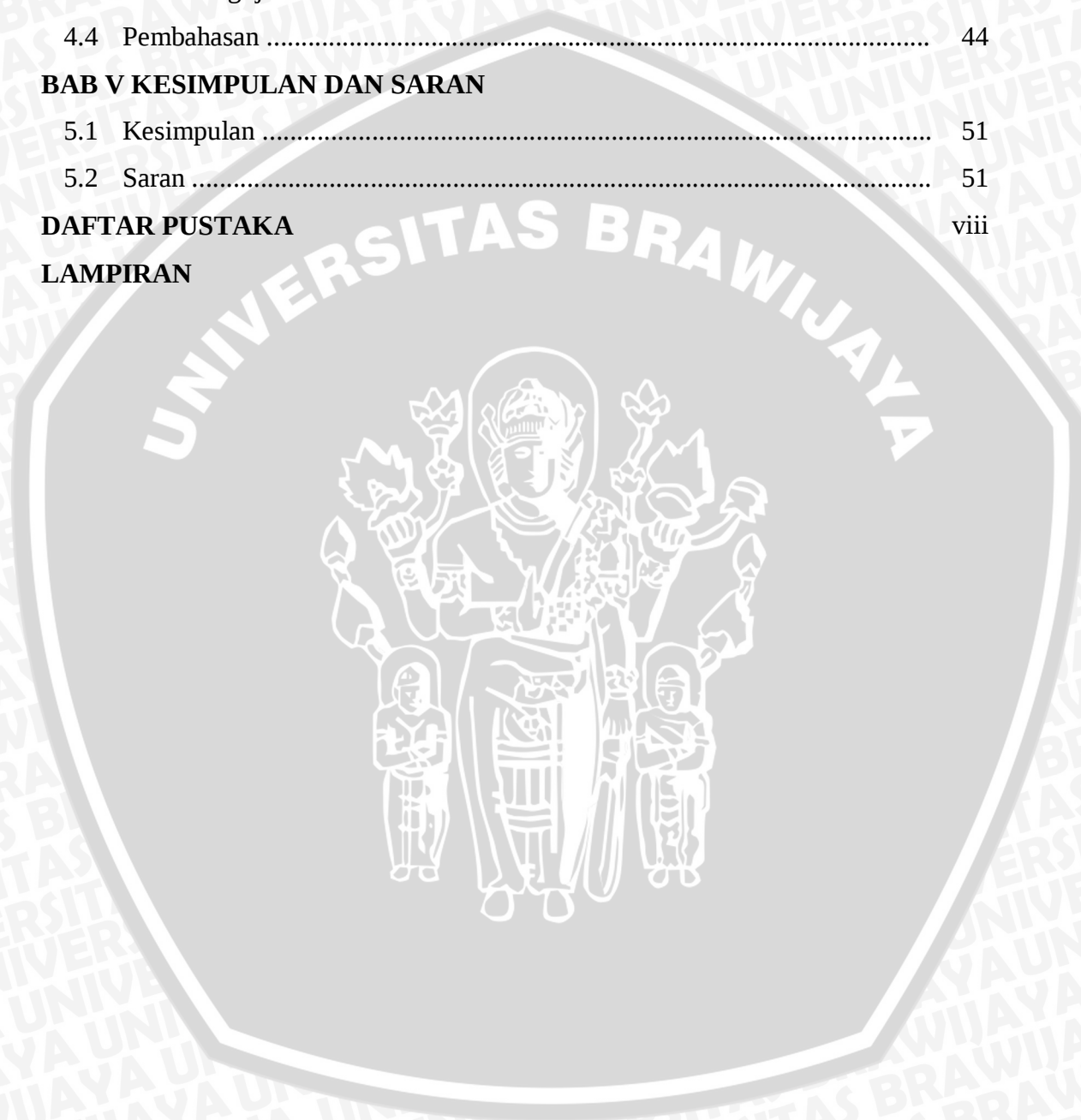
## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan ..... | 51 |
| 5.2 | Saran .....      | 51 |

## **DAFTAR PUSTAKA**

viii

## **LAMPIRAN**



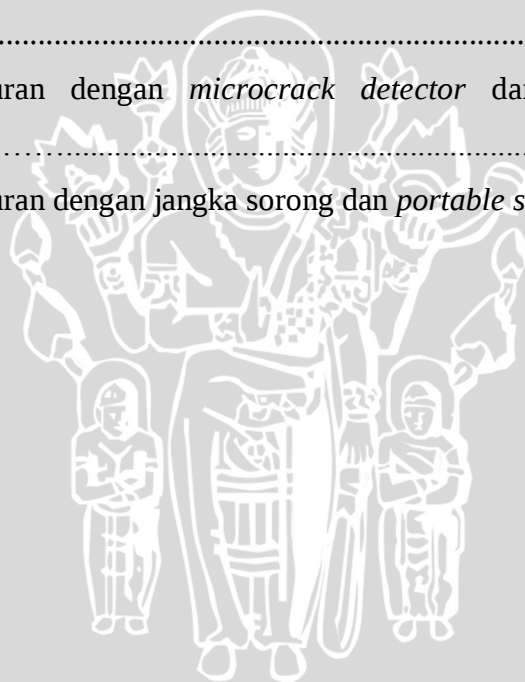
## DAFTAR TABEL

| No.        | Judul                                                                               | Halaman |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1  | Lebar retak yang diijinkan .....                                                    | 14      |
| Tabel 2.2  | Spesifikasi <i>portable scanner</i> .....                                           | 10      |
| Tabel 3.1  | Rancangan penelitian pengukuran lebar retak permukaan beton .....                   | 21      |
| Tabel 4.1  | Hasil pengukuran lebar retak dengan <i>portable scanner</i> .....                   | 37      |
| Tabel 4.2  | Lebar retak rata-rata dengan resolusi pemindaian 300 dpi .....                      | 39      |
| Tabel 4.3  | Lebar retak rata-rata dengan resolusi pemindaian 600 dpi .....                      | 41      |
| Tabel 4.4  | Lebar retak rata-rata dengan resolusi pemindaian 900 dpi .....                      | 43      |
| Tabel 4.5  | Kesalahan relatif <i>portable scanner</i> terhadap <i>microcrack detector</i> ..... | 45      |
| Tabel 4.6  | Kesalahan relatif <i>portable scanner</i> terhadap jangka sorong .....              | 45      |
| Tabel 4.7  | Analisis varian satu arah resolusi pemindaian 300 dpi .....                         | 48      |
| Tabel 4.8  | Analisis varian satu arah resolusi pemindaian 600 dpi .....                         | 48      |
| Tabel 4.9  | Analisis varian satu arah resolusi pemindaian 900 dpi .....                         | 48      |
| Tabel 4.10 | Analisis varian satu arah resolusi pemindaian 900 dpi .....                         | 48      |

## DAFTAR GAMBAR

| No.         | Judul                                                                 | Halaman |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1  | Pola keruntuhan balok secara skematis .....                           | 6       |
| Gambar 2.2  | Kerusakan pada beton .....                                            | 8       |
| Gambar 2.3  | Potongan penampang balok .....                                        | 9       |
| Gambar 2.4  | Jangka sorong tipe M .....                                            | 11      |
| Gambar 2.5  | Jangka sorong tipe CM .....                                           | 12      |
| Gambar 2.6  | Jangka sorong tipe M <i>digital</i> .....                             | 12      |
| Gambar 2.7  | <i>Microcrack detector</i> .....                                      | 13      |
| Gambar 2.8  | <i>Portable scanner</i> .....                                         | 14      |
| Gambar 2.9  | Polat titik pada huruf a .....                                        | 15      |
| Gambar 2.10 | Pixel suatu <i>image</i> .....                                        | 16      |
| Gambar 2.11 | Hasil pemindaian kertas milimeter .....                               | 17      |
| Gambar 3.1  | Bekisting benda uji .....                                             | 19      |
| Gambar 3.2  | Rancangan benda uji .....                                             | 20      |
| Gambar 3.3  | Posisi saat pemindaian .....                                          | 20      |
| Gambar 3.4  | Diagram alir penelitian .....                                         | 25      |
| Gambar 4.1  | Benda uji .....                                                       | 26      |
| Gambar 4.2  | Pengukuran lebar retak .....                                          | 27      |
| Gambar 4.3  | Kegagalan hasil pemindaian .....                                      | 28      |
| Gambar 4.4  | Pemindaian pada permukaan beton .....                                 | 28      |
| Gambar 4.5  | Tampilan benda uji dengan garis a, b dan c .....                      | 29      |
| Gambar 4.6  | Koordinat lebar retak .....                                           | 29      |
| Gambar 4.7  | Hasil pemindaian untuk kalibrasi .....                                | 30      |
| Gambar 4.8  | Tampilan <i>image</i> B300 pada <i>software</i> pengolah gambar ..... | 31      |
| Gambar 4.9  | Titik a dilihat pada perbesaran <i>image</i> B300 .....               | 32      |
| Gambar 4.10 | Titik b dilihat pada perbesaran <i>image</i> B300 .....               | 32      |
| Gambar 4.11 | Tampilan <i>image</i> B600 pada <i>software</i> pengolah gambar ..... | 33      |
| Gambar 4.12 | Titik a dilihat pada perbesaran <i>image</i> B600 .....               | 34      |
| Gambar 4.13 | Titik b dilihat pada perbesaran <i>image</i> B600 .....               | 34      |

|             |                                                                                |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.14 | Tampilan <i>image</i> B900 pada <i>software</i> pengolah gambar .....          | 35 |
| Gambar 4.15 | Titik a dilihat pada perbesaran <i>image</i> B900 .....                        | 36 |
| Gambar 4.16 | Titik b dilihat pada perbesaran <i>image</i> B900 .....                        | 36 |
| Gambar 4.17 | Retak 1mm dengan resolusi pemindaian 300 dpi .....                             | 38 |
| Gambar 4.18 | Perbandingan lebar retak dengan resolusi pemindaian 300 dpi .....              | 39 |
| Gambar 4.19 | Retak 1mm dengan resolusi pemindaian 600 dpi .....                             | 40 |
| Gambar 4.20 | Perbandingan lebar retak dengan resolusi pemindaian 600 dpi .....              | 41 |
| Gambar 4.21 | Retak 1mm dengan resolusi pemindaian 900 dpi .....                             | 42 |
| Gambar 4.22 | Perbandingan lebar retak dengan resolusi pemindaian 900 dpi .....              | 43 |
| Gambar 4.23 | Pengukuran dengan <i>microcrack detector</i> dan <i>portable scanner</i> ..... | 46 |
| Gambar 4.24 | Pengukuran dengan jangka sorong dan <i>portable scanner</i> .....              | 46 |



## RINGKASAN

**Novi Dwi Harriani** , Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2014, *Akurasi Pengukuran Lebar Retak Permukaan pada Beton Menggunakan Portable Scanner dengan Variasi Resolusi Pemindaian*, Dosen Pembimbing: Achfas Zacoeb dan Roland Martin S.

Beton merupakan salah satu bahan yang paling sering digunakan di dunia konstruksi. Dalam pelaksanaannya di lapangan tidak menutup kemungkinan terjadi kegagalan. Salah satu kegagalan yang terjadi adalah keretakan pada beton (*crack*). Metode *Scanning Image Analysis* dilakukan untuk mengevaluasi struktur beton dengan cara memindai permukaan beton yang mengalami keretakan menggunakan alat *portable scanner* dengan bantuan *software* pengolah gambar untuk memprosesnya. Pada *portable scanner* ini, dilakukan pengukuran dengan tiga variasi resolusi pemindaian yaitu 300 dpi, 600 dpi dan 900 dpi. Penelitian dilakukan dimana posisi retak berada di posisi bawah, karena posisi bawah inilah yang paling sulit dilakukan di lapangan. Kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan lebar aktualnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat akurasi hasil pengukuran *portable scanner* dibandingkan dengan *microcrack detector* dan jangka sorong pada pengukuran lebar retak permukaan beton dan untuk mengetahui pengaruh variasi resolusi pemindaian pada *portable scanner* terhadap pengukuran lebar retak permukaan pada beton.

Tingkat akurasi pengukuran menggunakan *portable scanner* ditunjukkan dengan nilai kesalahan relatif. Kesalahan relatif tertinggi pada hasil pengukuran lebar retak menggunakan *portable scanner* yaitu 3,350% terhadap *microcrack detector* dan 4,680% terhadap jangka sorong. Dari data tersebut, dapat dilihat bahwa nilai kesalahan relatif kurang dari 5% sehingga akurasi masih di dalam batas toleransi. Berdasarkan analisis varian dengan uji F untuk hasil pengukuran menggunakan *portable scanner* antar resolusi pemindaian terhadap hasil pengukuran lebar retak menunjukkan  $F_{hitung} < F_{tabel}$  artinya tidak terdapat pengaruh resolusi pemindaian *portable scanner* pada hasil pengukuran lebar retak.

**Kata kunci:** beton, *portable scanner*, resolusi pemindaian, retak

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri, S. 2005. *Teknologi Beton A-Z*. Jakarta: Penerbit UI-Press
- Amri, S. 2006. *Teknologi Audit Forensik, Repair dan Retrofit untuk Rumah & Bangunan Gedung*. Jakarta: Yayasan John Hi-Tech Idetama
- Holman, J.P. 1979. *Metode Pengukuran Teknik*, Terjemahan oleh E. Jasjifi. Bandung: Erlangga.
- Kusuma, G. 1997. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga
- Nawy, E. G. 2008. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: Refika Aditama
- Sidharta. 1999. *Struktur Beton*. Semarang: Badan Penerbit Semarang
- Simarmata, J & Tintin C. 2007. *Grafika Komputer*. Yogyakarta. Penerbit Andi
- SNI 05-3513-1994. Jangka Sorong.
- Swastika, W. 2006. *Formula Photoshop CS untuk Mendesain Website*. Pulogadung. Penerbit Dian Rakyat
- Walpole, R.E. & Raymond, H. R. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung. Penerbit ITB
- Zacoeb, A. 2010. Fundamental Study Of Internal Crack Measurement on Concrete Structures by Using Stick Scanner. *Dinamika TEKNIK SIPIL*. 10. (2). 131-137
- <http://alfalink.co.id/product-detail/> (diakses tanggal 5 Februari 2014)
- <http://awangcs.wordpress.com/category/riset/> (diakses tanggal 13 Januari 2014)
- <http://fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/pccp/04150/chapt3.cfm> (diakses tanggal 14 Juli 2014)
- <http://interplayuk.com/> (diakses tanggal 11 Februari 2014)
- <http://ilmu-komputer.org/> (diakses tanggal 13 Januari 2014)
- <http://lauwtjunnji.weebly.com/uploads/> (diakses tanggal 12 Juli 2014)
- <http://sacitamedia.blogspot.com/2013/04/ftabel-dan-ttabel-pada-data-statistik/> (diakses tanggal 11 Juli 2014)