

Akurasi Pengukuran Lebar Retak Permukaan pada Beton Menggunakan *Portable Scanner*  
dengan Variasi Posisi Pemindaian

**Filliyani Sagita<sup>1</sup>, Achfas Zacoeb<sup>2</sup>, Roland Martin S.<sup>2</sup>**  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
Email: ahgentong@gmail.com

**ABSTRAK**

*Alat untuk evaluasi lebar retak beton selama ini adalah penggaris, jangka sorong, atau microcrack detector. Alat-alat tersebut digunakan secara manual, yaitu dengan mengukur langsung lebar retak di lapangan dan membaca hasil pengukuran. Namun selayaknya alat yang digunakan secara manual, banyak ditemukan kekurangan. Seiring perkembangan teknologi telah ditemukan alternatif pengukuran lain untuk retak beton yaitu scanning image analysis, menggunakan portable scanner. Hasil pengukuran dengan portable scanner akan dibandingkan dengan jangka sorong dan microcrack detector dalam tiga posisi yaitu dengan retak di permukaan atas (posisi A), permukaan bawah (posisi B), dan samping (posisi S). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi posisi pemindaian menggunakan portable scanner terhadap lebar retak dan mengetahui tingkat akurasi hasil pembacaan portable scanner dibandingkan dengan microcrack detector dan jangka sorong pada pengukuran lebar retak permukaan beton. Berdasarkan uji hipotesa analisa statistik dengan uji F satu arah pada setiap posisi A, posisi B, dan posisi S menggunakan portable scanner diperoleh  $F_{tabel} 3,402 > F_{hitung} 0,2971$ . Begitupun dengan uji F membandingkan hasil portable scanner dengan jangka sorong dan microcrack detector pada masing-masing posisi,  $F_{tabel} 3,402 > F_{hitung}$  posisi A 0,758, posisi S 0,148, dan B 0,263. Kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi posisi pemindaian tidak mempengaruhi hasil pengukuran lebar retak. Kesalahan relatif pada masing-masing posisi pemindaian menggunakan portable scanner dibandingkan dengan microcrack detector dan jangka sorong tidak terdapat kesalahan relatif (KR) melebihi 5% sehingga akurasi masih dalam batas toleransi. Masing-masing KR maksimum untuk microcrack detector sebagai pengukur absolut adalah 3,5% dan untuk jangka sorong adalah 4,8%.*

*Kata kunci: beton, portable scanner, posisi pemindaian, retak.*

**ABSTRACT**

*Crack commonly measured by ruler, caliper, or microcrack detector. They are used conventionally, on its place we measured and directly know the result. But as know well how manual tool works, so many lack we find. Overtime, found new alternative about crack measurement. This method uses portable scanner, called as scanning image analyse. Crack width measured by portable scanner compare with both width from caliper and microcrack detector in three position. A position where crack on top surface, B position where crack on nether surface, and S position where crack on side surface. The goals of this research are first, knowing how scanning positions affect width concrete crack measured by portable scanner that compare with caliper dan microcrack detector. Second is knowing accuracy about width concrete crack measured by portable scanner compare with caliper dan microcrack detector. By using F test one way anova, measured by portable scanner that compare on every position A, S, and B known  $F_{crit} 3,402 > F_{test} 0,2971$ . And so F test in every position, compare portable scanner with caliper and microcrack detector  $F_{crit} 3,402 > F_{test}$  A 0,758, S 0,148, and B 0,263. Both result above showing that scanning position doesn't affect crack width. Error in every scanning position measured by portable scanner compare with microcrack detector and caliper. There's no error more than 5%, the accuracy still in tolerance. The peak error compare with microcrack detector is 3,5% and caliper is 4,8%.*

*Keyword: concrete, portable scanner, scanning position, crack.*

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

## Pendahuluan

Saat suatu bangunan dapat digunakan, maka akan bekerja beban-beban hidup sesuai dengan fungsi bangunan tersebut. Beban tersebut akan menimbulkan lentur dan deformasi, lentur merupakan akibat dari regangan yang timbul karena beban luar. Kemudian jika beban masih bertambah dan melebihi kapasitas, maka cacat pertama yang mungkin terjadi adalah retak. Rendahnya kuat tarik pada beton juga merupakan pemicu utama munculnya retak atau *crack*. Cacat awal ini tidak hanya menurunkan fungsi bangunan tetap juga akan menuju tahap selanjutnya yaitu fraktur, letupan (*spalling*), atau pegelupasan (*delaminasi*) jika tidak langsung diketahui dan ditindaklanjuti. Oleh karena itu perlu untuk mengetahui lebar retak agar dapat diketahui retak tersebut masih dalam toleran atau tidak.

Alat untuk evaluasi lebar cacat retak selama ini adalah penggaris, jangka sorong, atau *microcrack detector*. Alat-alat tersebut digunakan secara manual, yaitu dengan mengukur langsung lebar retak di lapangan dan membaca hasil pengukuran. Namun selayaknya alat yang digunakan secara manual, banyak ditemukan kekurangan untuk kedua alat tersebut. Penggaris hanya dapat digunakan untuk lebar retak minimal 1mm, kurang dari 1mm tidak akan diperoleh ketelitian yang benar. Selain itu, akibat pengaruh cuaca penggaris juga akan mengalami kembang susut yang akan berpengaruh juga pada ukuran penggaris.

Pembacaan lebar retak menggunakan *microcrack detector* lebih membutuhkan keahlian dibandingkan penggaris. Pengukuran retak di lapangan pun harus berada di posisi yang tepat agar memperoleh nilai yang benar. Namun *microcrack detector* lebih teliti dibandingkan penggaris.

Jangka sorong dapat mengukur dengan ketelitian lebih baik daripada penggaris dan *microcrack detector*. Namun sama halnya dengan *microcrack detector*, dibutuhkan keahlian khusus untuk

menggunakan jangka sorong. Pembacaan jangka sorong juga harus dilakukan pada posisi yang tepat agar angka yang diperoleh akurat.

Seiring perkembangan teknologi telah ditemukan alternatif pengukuran lain untuk retak beton yaitu *scanning image analysis*. Cara ini menggunakan *scanner portable* yaitu *portable scanner*. Tujuan awal alat ini diluncurkan adalah untuk memindai gambar pada buku atau kertas, meskipun demikian tidak menutup kemungkinan alat ini dapat digunakan pada permukaan beton.

Pengukuran retak pada *portable scanner* dilakukan menggunakan komputer, sehingga angka (lebar) yang diperoleh lebih teliti. Berapapun lebar retaknya akan terukur. Selayaknya *scanner*, alat ini memiliki lampu sendiri saat memindai sehingga akan membantu jika pengukuran retak dilakukan dalam keadaan gelap, hal yang akan sulit sekali dilakukan jika menggunakan penggaris ataupun *microcrack detector*. Di samping itu, gambar hasil pemindaian dalam bentuk JPEG dapat menjadi dokumentasi secara tidak langsung.

Retak dapat terjadi di berbagai struktur dengan material beton yaitu balok, dinding geser, kolom, cangkang, ataupun struktur lainnya. Jika menggunakan *portable scanner*, retak pada balok terjadi searah gravitasi (vertikal) maka *scanning* dilakukan juga searah vertikal. Jika retak pada balok terjadi searah horizontal maka dilakukan *scanning* searah horizontal. Begitupun untuk pelat dan kolom, menyesuaikan dengan letak retak. Akan tetapi sebagai alat yang masih belum banyak digunakan di berbagai posisi dan bukan khusus diciptakan untuk memindai retak (permukaan beton), perlu dilakukan suatu pengujian apakah alat tersebut layak digunakan jika dipakai pada arah posisi *scanning* yang berbeda-beda.

## Tinjauan Pustaka

Pada dasarnya dapat terjadi tiga ragam retak, yaitu retak lentur, retak tarik

diagonal, dan retak tekan geser. Pada daerah yang mengalami retak lentur, retak utama terjadi pada sepertiga tengah bentang dan tegak lurus terhadap arah tegangan utama. Retak-retak ini diakibatkan oleh tegangan geser  $v$  yang sangat kecil dan tegangan lentur  $f$  yang sangat dominan. Retak tarik diagonal terjadi di tengah bentang, berarah vertikal yaitu berupa retak halus dan diakibatkan oleh lentur. Untuk mencapai kestabilan, satu retak diagonal ini melebar ke dalam retak tarik diagonal utama. Retak tekan geser terjadi seperti pada tarik diagonal, retak ini dimulai dengan timbulnya retak-lentur-halus-vertikal di tengah bentang dan tidak terus menjalar karena terjadinya kehilangan lekatan antara tulangan membujur dengan beton di sekitarnya pada daerah perletakan. Setelah itu diikuti dengan retak miring, yang lebih curam daripada retak diagonal tarik, secara tiba-tiba dan menjalar terus menuju sumbu netral (Nawy, 2008)

Pixel merupakan singkatan dari *picture element*, dalam beberapa kesempatan juga disebut sebagai pel. Pixel bisa juga diartikan sebagai satu titik dalam satu grid berbentuk persegi atau juga beribu titik yang secara individual “dilukis” menjadi suatu bentuk *image* yang dihasilkan pada layar komputer atau pada kertas oleh *printer*. (Simarmata & Chandra, 2007)

Ketepatan pembacaan gambar dilakukan dengan cara memindai selebar kertas milimeter. Permukaan kertas milimeter tersebut di-*scan* dengan menggunakan *portable scanner*. Kemudian dibuat dua titik untuk mewakili gambar serta dihitung jarak antara kedua titik tersebut lalu dibandingkan dengan ukuran yang sebenarnya untuk melihat akurasinya (Zacoeb, 2010).

### Analisa Alat

Berdasarkan SNI 05-3513-1994, jangka sorong adalah suatu alat ukur yang dapat membaca jarak diantara tiap muka ukur melalui skala utama dan skala vernier,

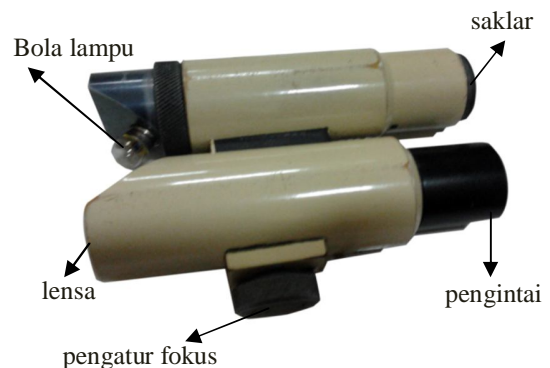
yaitu dengan menggerakkan eretan yang mempunyai satu atau dua rahang muka ukur yang sejajar dengan muka ukur yang terdapat pada badan sehingga membentuk satu atau dua pasang muka ukur untuk pengukuran luar dan dalam. Jangka sorong dapat diklasifikasikan menjadi jangka sorong tipe CM dan tipe M.

Penelitian ini menggunakan jangka sorong tipe M dengan pembacaan *digital*, seperti pada **Gambar 1**. Nilai lebar retak akan ditunjukkan di layar jika rahang digeser membuka.



**Gambar 1** Jangka sorong tipe M *digital*

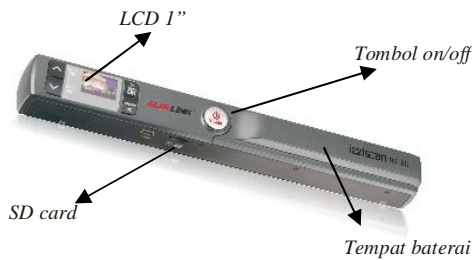
Pada pelaksanaan pengukuran retak di lapangan, *pocket microscope* seringkali disebut dengan crack detector atau microcrack detector. Pada penelitian ini digunakan *microcrack detector* WF 10X seperti pada **Gambar 2**.



**Gambar 2** *Microcrack detector*

*Portable scanner* dapat digunakan untuk mengambil gambar retak yang terlihat pada permukaan beton yang terlihat. Alat ini memiliki berbagai keunggulan yang dapat dimanfaatkan (Zacoeb, 2010). Lebih jelasnya pada **Tabel 1**.

Penelitian ini menggunakan *portable scanner* Alfalink izziscan AS 1210, seperti pada **Gambar 3**.



**Gambar 3** *Portable Scanner*  
(Sumber: [www.alfalink.co.id](http://www.alfalink.co.id))

**Tabel 1** Spesifikasi *portable scanner*

Bentuk Utama	Dimensi	31,4 x 13,8 x 5 cm	
	Berat	50 gr	
	Layar	LCD 1" (tampilan setelah memindai)	
Sensor	Tipe	Image Sensor A4 Color Contact	
	Resolusi	Low	300 dpi
		High	600 dpi
		Fine	900 dpi
	Panjang	212 mm	
Format data	JPEG, PDF		
Kecepatan Pemindaian	Low	Color	Mono
		3 detik	2 detik
	High	6 detik	6 detik
		Fine	11 detik
Perangkat Tambahan	Memori	Memory Micro SD Card	
	Baterai	2 x AA Alkaline	

(Sumber: [www.alfalink.co.id](http://www.alfalink.co.id))

### Metode Penelitian

Kalibrasi dilakukan di awal kegiatan dengan memindai gambar millimeter *block*. Kalibrasi dilakukan pada masing-masing

posisi, sehingga total keseluruhan akan diperoleh tiga kalibrasi. Posisi A adalah ketika kertas millimeter di permukaan atas, posisi S adalah ketika kertas millimeter di permukaan samping, posisi B adalah ketika kertas millimeter di permukaan bawah.

Benda uji berupa tiga buah beton yang masing-masingnya telah dibuatkan retak buatan dengan lebar 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, dan 5 mm. Benda uji diberikan garis bantu untuk menentukan lokasi dimana retak yang akan ditinjau. Terdapat tiga garis bantu yang akan digunakan, masing-masing a, b, dan c. Pembacaan retak dilakukan dengan memindai gambar menggunakan *portable scanner* dalam tiga posisi yaitu posisi A saat retak di permukaan atas, posisi S retak di permukaan samping, posisi B retak di permukaan bawah, ditunjukkan pada **Gambar 4**.



(a) Posisi A

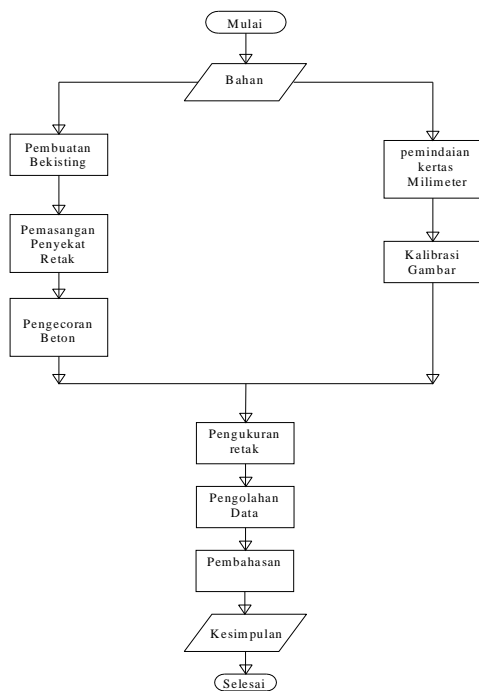
(b) Posisi S



(b) Posisi S

**Gambar 4** Pemindaian lebar retak permukaan beton

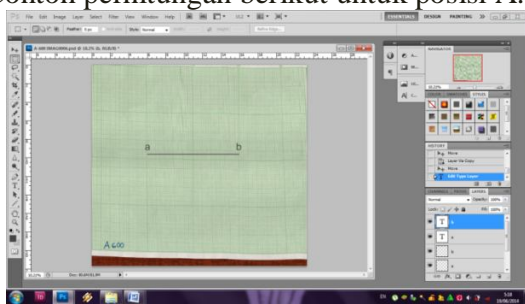
Sebagai *benchmark* retak diukur memakai jangka sorong dan *microcrack detector* dalam posisi A. Jangka sorong mengukur lebar 1 mm sampai dengan 5 mm dan *microcrack detector* 1 mm sampai dengan 3 mm. Penelitian dilakukan seperti pada diagram alir **Gambar 5**.



**Gambar 5** Diagram alir penelitian

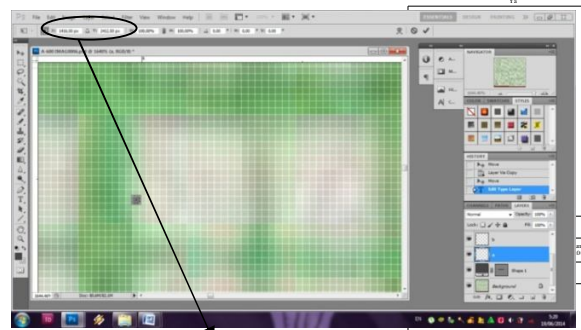
### Hasil dan Pembahasan

Ketiga gambar hasil pemindaian dibuka menggunakan perangkat lunak pengolah dan manipulasi gambar, Adobe Photoshop seperti **Gambar 6**. Pada kertas millimeter tersebut ditandai terlebih dahulu titik a dan b yang berjarak 10 cm. Titik a dan b akan menunjukkan ordinat yang berbeda dalam X dan ordinat yang sama dalam Y. Contoh perhitungan berikut untuk posisi A.

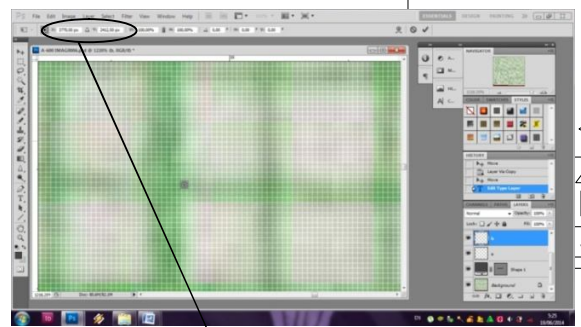


**Gambar 6** Hasil pemindaian posisi A

Meletakkan titik 1 pixel a dan b dilakukan dengan memperbesar terlebih dahulu sampai gambar terkotak-kotak dalam pixel seperti pada **Gambar 7** dan **Gambar 8**. Kedua titik tersebut berada dalam posisi X yang berbeda dan Y sama yaitu 2412,50 pixel.



**Gambar 7** Perbesaran gambar pada titik a



**Gambar 8** Perbesaran gambar pada titik b

Posisi A pada titik a menunjukkan titik koordinat (1416,50 pixel; 2412,50 pixel). Titik b menunjukkan koordinat (3770,50 pixel; 2412,50 pixel). Konversi 1 pixel dalam millimeter diketahui sebagai berikut:  
 $X_a$  1416,50 pixel  
 $X_b$  3770,50 pixel

$$3770,50 - 1416,50 = 10\text{cm}$$

$$2354 \text{ pixel} = 100\text{mm}$$

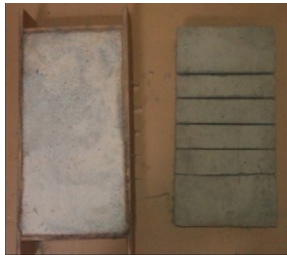
$$1 \text{ pixel} = 0,0425\text{mm}$$

Langkah yang sama dilakukan untuk kedua posisi selanjutnya yakni S dan B. Posisi S diperoleh hasil kalibrasi 1 pixel = 0,0425 mm. Posisi B diperoleh hasil kalibrasi 1 pixel = 0,0479mm.

#### a. Hasil Pengujian

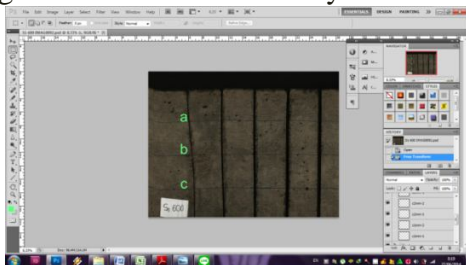
Persiapan melakukan *scanning* retak adalah menyiapkan benda uji sesuai posisi yang akan diuji. Benda uji merupakan tiga buah beton campuran 1 : 2 : 3 berukuran 20 x 40 x 8 cm dengan kedalaman retak rencana

4 cm dan lebar retak 1 mm sampai dengan 5 mm, dapat dilihat pada **Gambar 9**. Pemindaian lebar retak pertama adalah untuk posisi A dengan retak berada di permukaan atas beton, posisi S dengan retak berada di permukaan samping beton, dan posisi B dengan retak berada di permukaan bawah beton.



**Gambar 9** Benda uji

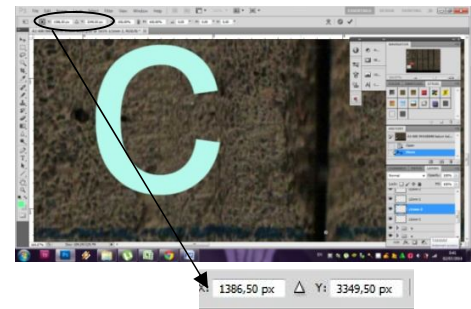
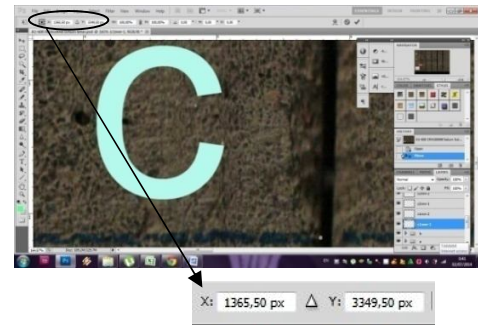
Pada *portable scanner* resolusi dan format gambar disesuaikan kebutuhan, dalam penelitian ini dipakai 600 dpi dan JPEG. Langkah perhitungan lebar diambil contoh retak 1 mm c posisi A terukur 0,893 mm. Pada sisi kiri benda uji dituliskan a, b, dan c seperti **Gambar 10** sebagai nama garis yang digunakan untuk menandai daerah yang akan diukur lebar retaknya.



**Gambar 10** Benda uji dengan garis bantu a, b, dan c

Titik sebesar 1 pixel diletakkan di tepi dalam daerah lebar retak dalam posisi Y sama. Untuk memudahkan perletakan agar posisinya tepat di tepi-tepi lebar retak dapat dilakukan perbesaran gambar sampai ukuran yang diperlukan seperti pada **Gambar 11**. Jika sudah berada pada posisi yang benar,

gunakan Ctrl+T untuk mengetahui berada di posisi mana kedua titik tersebut.



**Gambar 11** Koordinat lebar retak

Ditunjukkan pada **Gambar 3.6** adalah koordinat kedua titik, untuk titik kiri retak (1365,50 pixel; 3349,50 pixel) dan titik kanan retak (1386,50 pixel; 3349,50 pixel). Lebar retak adalah  $1386,50 - 1365,50 = 21$  pixel. Kalibrasi pada awal penelitian dengan posisi A menunjukkan bahwa 1 pixel = 0,0425 mm, sehingga lebar retak adalah  $21 \times 0,0425 = 0,893$  mm. Langkah yang sama dilakukan untuk pengukuran lebar retak yang lain.

Pengukuran lebar retak absolut menggunakan jangka sorong dan *microcrack detector* diukur setelah melakukan pemindaian dengan *portable scanner*. Hasil pengukuran dengan ketiga alat tersebut dicatat dalam **Tabel 2**.

**Tabel 2** Hasil pengukuran lebar retak

Benda Uji	Lebar (mm)	Pengukuran Lebar Retak Permukaan Beton														
		Microcrack Detector			Jangka Sorong			Portable Scanner								
								Posisi A			Posisi S			Posisi B		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	1	0,9	1	0,96	1,01	0,96	0,98	0,978	0,850	0,893	0,978	1,105	0,850	0,862	1,054	0,814
	2	2,08	2,1	2,04	2,08	2,1	2,09	1,998	1,998	1,955	1,998	1,998	1,955	2,108	1,964	1,868
	3	2,86	2,96	2,92	2,94	2,99	2,93	2,593	2,805	3,060	3,103	3,018	2,805	2,970	2,922	3,209
	4				3,98	4	4,06	3,825	3,825	3,825	4,165	3,698	3,825	4,072	3,976	3,784
	5				5,07	5,04	5,09	5,100	5,015	4,718	5,143	5,440	4,845	5,509	5,413	4,982
2	1	1	1	0,96	1,02	0,95	0,97	0,935	0,935	1,148	1,020	0,850	0,978	0,910	0,958	1,102
	2	1,92	1,94	1,9	2,01	1,96	1,92	1,870	1,785	1,998	1,615	1,913	1,955	2,108	1,916	1,916
	3	2,9	2,94	2,96	2,95	2,98	3	2,763	3,018	3,188	2,678	3,018	3,103	2,970	3,066	3,114
	4				3,91	4,05	3,82	4,208	3,825	3,655	4,633	4,123	3,485	3,880	3,976	4,359
	5				5,06	5,05	4,94	5,483	5,228	5,100	5,653	5,058	4,590	5,173	5,173	5,317
3	1	0,9	0,86	0,92	0,94	0,89	0,92	0,850	0,850	0,850	0,978	0,935	0,893	1,006	0,910	0,862
	2	2	1,94	2	2,02	1,98	2,01	1,870	1,955	1,870	2,168	1,913	1,785	2,012	2,203	1,868
	3	2,92	2,88	2,86	2,95	2,94	2,92	3,145	2,720	2,380	2,933	3,060	2,253	2,778	2,635	3,018
	4				4,09	4,04	4,03	3,953	3,995	4,123	3,953	3,995	3,613	4,167	4,215	4,263
	5				5,04	5,03	4,99	5,185	4,590	4,633	5,058	5,015	5,228	5,317	5,125	5,365

**b. Kesalahan Relatif (KR)**

Perbedaan lebar retak *portable scanner* dengan *microcrack detector* dan jangka sorong ditunjukkan dalam uji kesalahan relatif. Kesalahan relatif diperoleh dari selisih ukuran lebar dibandingkan ukuran lebar absolut. Kesalahan relatif pada tiap lebar retak benda uji 1, 2, dan 3 dirata-rata, begitu juga dengan lebar retak absolut dari jangka sorong dan *microcrack detector*.

$$e = x - x^* \quad (3-1)$$

$$K_a = |x - x^*| \quad (3-2)$$

$$K_r = \frac{K_a}{x} \times 100\% \quad (3-3)$$

dengan:

$e$  : kesalahan

$K_a$  : kesalahan absolut

$x$  : nilai yang sebenarnya (nilai dari jangka sorong dan *microcrack detector*)

$x^*$  : nilai terukur (nilai dari *portable scanner*)

Melalui persamaan (3-1), (3-2), dan (3-3) diperoleh kesalahan relatif dalam bentuk prosentase. Hasil perhitungan kesalahan relatif terhadap jangka sorong ditunjukkan pada **Tabel 3**, sementara kesalahan relatif terhadap *microcrack detector* pada **Tabel 4**.

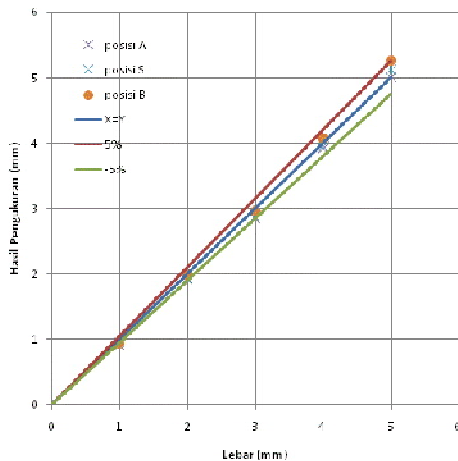
**Tabel 3** KR terhadap *microcrack detector*

Lebar	Microcrack Detector	Portable Scanner			Kr A	Kr S	Kr B
		Posisi A	Posisi S	Posisi B			
		Lebar retak (mm)	Lebar retak (mm)	Lebar retak (mm)			
1	0,94	0,92	0,95	2,5%	1,0%	0,3%	
2	1,99	1,92	1,92	3,5%	3,5%	0,2%	
3	2,91	2,85	2,89	2,0%	0,9%	1,8%	

**Tabel 4** KR terhadap jangka sorong

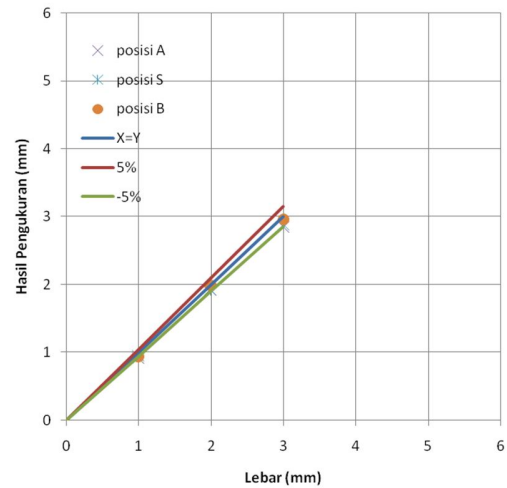
Lebar	Jangka Sorong	Portable Scanner	Portable Scanner	Portable Scanner	Kr A	Kr S	Kr B
		Posisi A	Posisi S	Posisi B			
	Lebar retak (mm)	Lebar retak (mm)	Lebar retak (mm)	Lebar retak (mm)			
1	0,96	0,92	0,954	0,942	4,1%	0,6%	1,9%
2	2,02	1,92	1,922	1,996	4,8%	4,8%	1,1%
3	2,96	2,85	2,885	2,964	3,5%	2,4%	0,3%
4	4,00	3,91	3,943	4,077	2,1%	1,4%	2,0%
5	5,03	5,01	5,114	5,264	0,6%	1,6%	4,6%

Melalui kedua data dalam tabel diketahui bahwa tidak terdapat kesalahan relatif lebih dari 5%. Kesalahan relatif tertinggi adalah 4,8% untuk perbandingan dengan jangka sorong. Pada **Gambar 12** terlihat bahwa lebar terukur masih di dalam batas toleransi.



**Gambar 12** Kesalahan relatif terhadap jangka sorong

Begitupun untuk **Gambar 13**. Sesuai lebar maksimum yang dapat diukur *microcrack detector*, maka hanya akan digambarkan kesalahan relatif hingga 3 mm.



**Gambar 13** Kesalahan relatif terhadap *microcrack detector*

Pada **Gambar 12** dan **Gambar 13** terdapat garis +5% dan -5% sebagai batas toleransi. Namun terlihat bahwa pada setiap hasil pengukuran tidak ada yang keluar dari batas toleransi.

### c. Uji Hipotesa

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil pengukuran lebar retak buatan menggunakan *portable scanner* dan jangka sorong dengan variasi posisi pemindaian. Hipotesa ditulis sebagai berikut:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_n \quad (3-4)$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_n \quad (3-5)$$

Keterangan:

$H_0$  : hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil pengukuran lebar retak menggunakan *portable scanner* dengan variasi posisi pemindaian



$H_1$  : hipotesis alternatif yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan hasil pengukuran lebar retak menggunakan *portable scanner* dengan variasi posisi pemindaian

$\mu_n$  : data pengukuran lebar retak dengan *portable scanner* dengan variasi posisi pemindaian

Pengujian varian satu arah dianalisa dengan membandingkan  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$ . Apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak, jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

$F_{tabel}$  didapatkan dari tabel F sesuai dengan nilai  $\alpha$  dan derajat kebebasan. Nilai  $\alpha$  yang digunakan pada pengolahan data penelitian ini adalah 0,05.  $F_{hitung}$  diperoleh dari rumus (3-6), (3-7), dan (3-8).

$$\sigma_m = \frac{n \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{x})^2}{K-1} \quad (3-6)$$

$$\sigma_g = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{K(n-1)} \quad (3-7)$$

$$F_{hitung} = \frac{\sigma_m}{\sigma_g} \quad (3-8)$$

dengan:

$\sigma_m$  : *Varian between mean*

$\sigma_g$  : *Varian between group*

$n$  : banyak pengamatan

$K$  : banyak sampel

$i$  : 1, 2, 3, ...n

$j$  : 1, 2, 3, ...K

$x_j$  : nilai rata-rata sampel ke-j

$x_{ij}$  : nilai pengamatan sampel ke-i sampel ke-j

$K-1$  : derajat bebas dari *varian between mean*

$K(n-1)$  : derajat bebas dari *varian within group*

Perhitungan uji F menggunakan data lebar retak 1 mm. Pengujian dilakukan empat kali yaitu perbandingan ketiga alat dalam posisi A, S, B, dan menggunakan *portable scanner* pada posisi A, S, dan B.

## - Posisi A

**Tabel 5** Uji F posisi A

Sumber Varian (SV)	JK	db	KR	Fhitung	Ftabel
Antar (A)	0,007	2	0,0035	0,758	3,402
Dalam (D)	0,111	27	0,005		
Total (T)	0,118	29			

Hasil Uji F posisi A diperoleh  $F_{hitung}$  0,7576.  $F_{tabel}$  adalah 3,402 diperoleh dari tabel nilai kritis distribusi-F. Karena  $F_{uji} < F_{tabel}$  maka untuk posisi A  $H_0$  diterima, sehingga tidak terdapat perbedaan hasil pengukuran lebar retak menggunakan *portable scanner, microcrack detector*, dan jangka sorong pada posisi A.

## - Posisi S

**Tabel 6** Uji F posisi S

Sumber Varian (SV)	JK	db	KR	Fhitung	Ftabel
Antar (A)	0,001	2	0,0006	0,148	3,402
Dalam (D)	0,090	27	0,004		
Total (T)	0,091	29			

Hasil Uji F posisi S diperoleh  $F_{hitung}$  0,1480.  $F_{tabel}$  adalah 3,402 diperoleh dari tabel nilai kritis distribusi-F. Karena  $F_{uji} < F_{tabel}$  maka untuk posisi S  $H_0$  diterima, sehingga tidak terdapat perbedaan hasil pengukuran lebar retak menggunakan *portable scanner, microcrack detector*, dan jangka sorong pada posisi S.

## - Posisi B

**Tabel 7** Uji F posisi B

Sumber Varian (SV)	JK	db	KR	Fhitung	Ftabel
Antar (A)	0,002	2	0,001	0,2633	3,402
Dalam (D)	0,094	27	0,004		
Total (T)	0,096	29			

Hasil Uji F posisi S diperoleh  $F_{hitung}$  0,2633.  $F_{tabel}$  adalah 3,402 diperoleh dari tabel nilai kritis distribusi-F. Karena  $F_{uji} < F_{tabel}$  maka untuk posisi S  $H_0$  diterima, sehingga tidak terdapat perbedaan hasil pengukuran lebar retak menggunakan *portable scanner, microcrack detector*, dan jangka sorong pada posisi S.

- *Portable scanner*

**Tabel 8** Uji F *portable scanner*

Sumber Varian (SV)	JK	db	KR	Fhitung	Ftabel
Antar (A)	0,0050	2	0,003	0,2971	3,402
Dalam (D)	0,204	27	0,008		
Total (T)	0,209	29			

Hasil Uji F *portable scanner* untuk tiap posisi diperoleh  $F_{hitung}$  0,2971.  $F_{tabel}$  adalah 3,402 diperoleh dari tabel nilai kritis distribusi-F. Karena  $F_{uji} < F_{tabel}$  maka untuk uji hipotesa *portable scanner*  $H_0$  diterima, sehingga tidak terdapat perbedaan hasil pengukuran lebar retak menggunakan *portable scanner* dengan variasi posisi pemindaian.

Berdasarkan ketiga hasil uji F dapat diketahui bahwa pada masing-masing posisi pemindaian jika dibandingkan dengan alat yang sudah lebih dahulu digunakan untuk pengukuran retak yaitu *microcrack detector* dan jangka sorong tidak terdapat banyak perbedaan yang signifikan untuk pengukuran dengan *portable scanner*. Alat ini dalam beberapa hal lebih praktis digunakan meskipun melalui cara yang lebih panjang dan langkah yang digunakan lebih hati-hati. Uji F terakhir yaitu bagaimana jika dibandingkan dengan ketiga posisi menggunakan *portable scanner*, juga tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

### Penutup

Hasil penelitian tersebut memberikan dua kesimpulan, pertama berdasarkan uji hipotesa analisa statistik dengan uji F satu arah pada setiap posisi A, posisi B, dan posisi S menggunakan *portable scanner* diperoleh  $F_{tabel}$  3,402 >  $F_{hitung}$  0,2971. Begitupun dengan uji F pada masing-masing posisi dibandingkan dengan jangka sorong dan *microcrack detector*.  $F_{tabel}$  3,402 >  $F_{hitung}$  posisi A 0,758, posisi S 0,148, dan B 0,263. Kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi posisi pemindaian tidak mempengaruhi hasil pengukuran lebar retak. Kedua berdasarkan uji kesalahan relatif pada

masing-masing posisi pemindaian menggunakan *portable scanner* dibandingkan dengan *microcrack detector* dan jangka sorong tidak terdapat kesalahan relatif (Kr) melebihi 5% sehingga akurasi masih dalam batas toleransi. Masing-masing posisi KR maksimum untuk *microcrack detector* sebagai pengukur absolut adalah 3,5% dan untuk jangka sorong adalah 4,8%.

Untuk memperoleh hasil pemindaian yang baik menggunakan *portable scanner* pergerakan alat harus konstan baik secara horizontal maupun vertikal agar memperoleh hasil gambar yang baik. Oleh karena itu operator *portable scanner* harus banyak berlatih untuk memindai. Untuk kedepannya, perlu adanya pengembangan lebih lanjut tentang *portable scanner*, karena *portable scanner* digerakkan menggunakan tangan maka lebih banyak gambar pemindaian yang tidak baik karena pergerakan tangan tidak bisa benar stabil.

### Daftar Pustaka

- Nawy, E. G. 2008. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: Refika Aditama
- Simarmata, J & Tintin C. 2007. *Grafika Komputer*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- SNI 05-3513-1994. Jangka Sorong.
- 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)