

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian sejenis yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan dirasa sangat mempengaruhi latar belakang penyusunan penelitian ini. Adapun beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.1** Referensi Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis	Materi Kajian	Hasil Kajian	Sumber
1.	Win Ridho Miko (FT Universitas Sumatera Utara Medan – 2017)	Analisis Pemeliharaan Bangunan Gedung Biro Pusat Administrasi Universitas Sumatera Utara	1. Mengetahui pelaksanaan pemeliharaan gedung Biro Pusat Administrasi Universitas Sumatera Utara. 2. Untuk mengukur penilaian pengguna gedung terhadap pemeliharaan gedung Biro Pusat Administrasi Universitas Sumatera Utara	Tugas Akhir
2.	Yudith Vemmy (FT Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya – 2017)	Perkuatan Gedung dengan Menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)	Menganalisa kekuatan element struktur dengan program ETABS 2013, serta menggunakan peraturan SNI 03-1726-2012. Serta melakukan perbaikan menggunakan metode CFRP.	Tugas Akhir
3.	Maulana Kharisma (FT Universitas Sriwijaya - 2019)	Analisa Kerusakan Dan Estimasi Biaya Perawatan Gedung Fakultas Teknik Kampus Indralaya Universitas Sriwijaya	Menganalisa Analisis data yang dilakukan berupa : 1. Analisa kerusakan bangunan gedung tersebut dan menentukan klasifikasi kerusakannya 2. Menentukan biaya dan metode perbaikan yang dibutuhkan.	Tugas Akhir

**Tabel 2.2** Referensi Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Nama Penulis	Materi Kajian	Hasil Kajian	Sumber
4.	Margantionius (FT Universitas Narotaman Surabaya – 2019)	Metode Perbaikan Dinding Penahan Tanah ( <i>L-Shape Concrete</i> ) dan Pemancangan CCSP pada Pekerjaan Dermaga Kalimas Kademeter 1200-1400	Analisa kerusakan dinding penahan tanah tersebut dan menentukan klasifikasi kerusakannya. Menentukan biaya dan metode perbaikan yang dibutuhkan.	Tugas Akhir
5.	Dawam Adhiguna (FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta - 2017)	Manajemen Perawatan dan Perbaikan Bangunan Gedung Perkuliahan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (Studi Kasus Gedung D Perpustakaan)	Mengidentifikasi kerusakan serta tindakan perbaikan selama umur bangunan gedung, menghitung anggaran biaya yang diperlukan untuk perawatan dan perbaikan Gedung D Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	Tugas Akhir
6.	Agung Prabowo (FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta - 2018)	Perbaikan Beton dengan Metode <i>Grouting</i> Menggunakan Variasi Bahan Tambah Semen <i>Grout</i> .	1. Perbaikan dan perawatan konstruksi bangunan dengan metode <i>grouting</i> 2. Pengaruh dari perbaikan beton dengan metode <i>grouting</i> menggunakan bahan sika <i>grout</i> terhadap kuat tekan beton.	Tugas Akhir
7.	Rifki Rizki Pratama (FT Universitas Mercu Buana – 2017)	Perhitungan Kekuatan dan Perancangan Perbaikan Struktur Gedung Pasca Kebakaran Studi Kasus Gedung Parkir Gallery West Jakarta Barat	Analisis keandalan struktur pasca kebakaran dan menghitung berapa kekuatan struktur pasca kebakaran.	Tugas Akhir
8.	Randika Anjasmara (FT Universitas Gajah Mada – 2016)	Aplikasi Metode <i>Grouting</i> Untuk Perbaikan Struktur Beton Bertulang di Dermaga PT. Petrokimia Gresik	Metode <i>grouting</i> bertujuan untuk memperbaiki struktur beton bertulang dengan cara mengecor kembali beton yang telah dibobok sampai bagian beton yang padat untuk mengembalikan pada dimensi awal dari komponen struktur beton.	Tugas Akhir

9.	Mariano Angelo Zanini, Flora Faleschini & Carlo Pallegriano (Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, University of Padova, Padova, Italy – 2016)	Cost analysis for maintenance and seismic retrofit of existing bridge	This work proposes an integrated procedure for assessment of maintenance state, seismic vulnerability and related costs for existing road bridges and applied to a stock of bridges in the province of Vicenza, north-east Italy. Bridges were characterised by the following parameters: TSR related to the state of maintenance of the structure, unit maintenance costs, describing the main critical situations detected in seismic assessment of bridges, unit seismic retrofit costs and unit total costs calculated, taking into account possible synergy effects due to common maintenance and seismic retrofit work.	Journal
10.	Christoph Scope, Maria Vogel, Edeltraud Guenther (Chair of Business Administration, esp. Sustainability Management and Environmental Accounting, Faculty of Business and Economics, Technische Universität Dresden, 01062 Dresden, Germany – 2021)	Greener, cheaper, or more sustainable: Reviewing sustainability assessments of maintenance strategies of concrete structures	This paper aimed to explore the types of sustainability assessments applied to ‘maintenance’ interventions using concrete or cement-based composite materials. We also included cases that describe themselves as a type of sustainability assessment but lack the assessment of all dimensions. We consistently used ‘maintenance’ as an umbrella term for both maintenance, i.e. repair, preservation, rehabilitation, reconstruction, and retrofitting strategies linked to strengthening and reinforcement. Sustainability was understood as a holistic concept encompassing the three pillars of economic, environmental, and social aspects, and considering a functional equivalence between comparing alternatives along mechanical, physical, and design aspects accordingly.	Journal

## 2.2. Teori Dasar Yang Digunakan

Struktur beton bertulang sudah banyak diaplikasikan pada berbagai sarana dan prasarana umum seperti struktur gedung, jembatan, dan lain sebagainya. Seiring dengan berjalannya waktu, seringkali terjadi peningkatan beban yang harus dipikul oleh suatu struktur bangunan, misalnya struktur gedung yang beralih fungsi, atau struktur beton yang telah mengalami kerusakan yang menyebabkan penurunan kapasitas struktur dalam menahan beban. Oleh karena itu struktur tersebut memerlukan perkuatan (perbaikan) untuk meningkatkan kapasitas dalam menahan beban. (Noorhidana, Purwanto.2012).

Perkuatan struktur pada umumnya bertujuan untuk mengembalikan atau meningkatkan kekuatan elemen struktur agar mampu menahan beban sesuai rencana. Perkuatan struktur dapat dilakukan dalam beberapa metode diantaranya perkuatan struktur bisa dilakukan dengan cara penyelubungan dengan beton atau Concrete Jacketing (Gambar 2.1), dengan cara penyelubungan dengan baja atau Steel Jacketing (Gambar 2.2) dan dengan penyelubungan dengan material ringan komposit yaitu Fiber Reinforced Polymer (FRP) (Sudjati, Tarigan, Tresna, 2015).



**Gambar 2.1** Perkuatan Menggunakan Beton

(sumber: [https://www.researchgate.net/figure/Classic-way-of-repair-of-RC-columns-by-jacketing\\_fig12\\_283121702](https://www.researchgate.net/figure/Classic-way-of-repair-of-RC-columns-by-jacketing_fig12_283121702))



**Gambar 2.2** Perkuatan Menggunakan Baja

(sumber: <https://picswe.net/pics/steel-jacketing-aa.html>)





**Gambar 2.3** Perkuatan Menggunakan CFRP

(sumber: <http://perkuatan-struktur-bangunan.com/services/perbaikan-beton-concrete-repair/>)

### **2.3. Pengujian pada Struktur**

Pengujian pada struktur dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya pengujian non destruktif dan destruktif. Dimana dua metode pengujian tersebut dapat memberikan hasil berupa keadaan struktur saat ini apakah struktur tersebut membutuhkan perbaikan atau tidak. Pada Tugas Akhir ini pengujian dilakukan pada beberapa elemen struktur Gedung Politeknik Negeri Jember, diantaranya struktur Pelat, Balok dan Kolom, dimana diharapkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui elemen struktur mana saja yang perlu dilakukan perbaikan.

#### **2.2.1. Pengujian Non Destruktif**

Pengujian ini dilakukan tanpa merusak struktur eksisting yang ada dan dilakukan dengan bantuan alat. Berikut merupakan beberapa pengujian non

destruktif diantaranya adalah:

1. Hammer test

Pengujian non destruktif palu beton (hammer test) bertujuan untuk mengetahui keseragaman beton berdasarkan ASTM C805-02 yang telah diadaptasikan pada RSNI 4803:20xx *Metode Uji Angka Pantul Beton Keras*. Pada pengujian ini mengandalkan besarnya nilai pantulan yang diberikan oleh permukaan beton yang dihammer, dengan satu kerja dari alat ring pegas yang ada padanya.

Alat yang umum dipergunakan dalam pengujian ini adalah Original Schmidt Hammer. Semakin keras permukaan beton yang dihammer, semakin tinggi reaksi dari pantulan ring pegas tersebut; karenanya akan tercatat nilai yang lebih besar. Nilai pantulan ini sangat dipengaruhi oleh arah sudut pengetesannya, di mana nilai pantulan yang sama, akan memberikan makna yang lebih besar pada pengetesan dengan arah  $+ 90^0$  dan  $0^0$ .

Pengujian ini sangat cocok bila dipakai untuk melakukan evaluasi keseragaman dari mutu beton eksisting. Walau dari rebound hammer ini dapat pula diterjemahkan ke dalam kekuatan beton, namun tidak dapat dilakukan begitu saja, perlu dilakukan korelasi regresi dengan hasil test tekan bor inti beton di lokasi yang sama.



**Gambar 2.4** Alat Ukur Original Schmidt Hammer Type N-34 dari PROCEQ  
(sumber: <https://www.indotelecom.id/product/hammer-test-proceq-original-schmidt-type-n/>)

## 2. Pengujian Kepadatan Beton Dengan Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)

Pengujian kepadatan beton dengan ultrasonic pulse velocity test yang berdasarkan pada ASTM C 597-02 ini bertujuan untuk memeriksa keseragaman dan kerapatan beton berdasarkan kecepatan dari gelombang ultrasonik dengan frekwensi 50 KHz. Kecepatan gelombang tersebut akan semakin cepat bila melalui beton yang kepadatannya cukup tinggi atau dengan kata lain memiliki kekuatan yang tinggi, begitu juga sebaliknya terhadap beton yang kepadatannya kurang. Alat yang umum digunakan dalam pengujian ini adalah PUNDIT Pundit 200PE sebagaimana Gambar berikut.



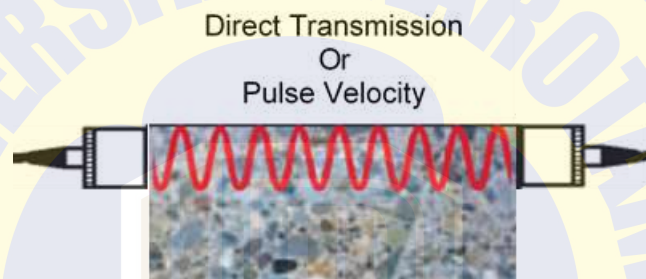
**Gambar 2.5** Alat Pengukuran UPV dengan PUNDIT LAB dari PROCEQ  
(sumber: <http://www.tantanteknik.com/2020/02/ultrasonic-pulse-velocity-upv-proceq.html>)

Pengukuran dengan alat ini dapat dilakukan dengan dua cara diantaranya: cara

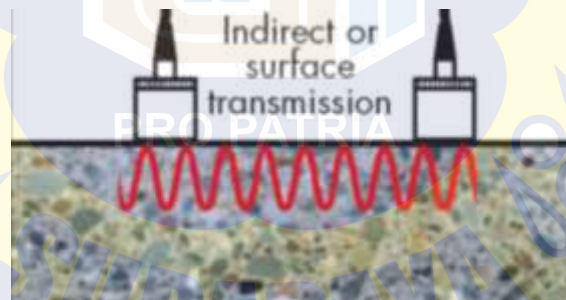


langsung (direct) dan tidak langsung (indirect)

1. Cara langsung (Direct Transmission) dimana pengukuran dilakukan dengan cara receiver transducer dan transmitter transducer diletakkan saling berhadapan seperti pada gambar 2.6.
2. Cara tidak langsung (Indirect Transmission) dimana receiver transducer dan transmitter transducer diletakkan dalam satu bidang datar seperti pada gambar 2.7.



**Gambar 2.6** Pengujian UPV dengan Metode Direct



**Gambar 2.7** Pengujian UPV dengan Metode Indirect

Hasil bacaan kecepatan rambat gelombang ultrasonic ( $V$ , m/s) dari setiap lokasi yang diuji nantinya akan dibandingkan dengan klasifikasi hasil UPV menurut BS 1881-1986 (2004) pada Tabel 2.14. Tabel tersebut memperlihatkan bahwa untuk beton dengan nilai cepat rambat gelombang ultrasonic,  $V < 2130$  m/s dikategorikan sebagai beton dengan kualitas kurang (poor).

**Tabel 2.3** Klasifikasi Kualitas Beton menurut BS1881-1986 (2004)

Kecepatan V (m/s)	Klasifikasi
$V < 2130$	Kurang
$2130 < V < 3060$	Cukup
$3060 < V < 3670$	Cukup Baik
$3670 < V < 4570$	Baik
$V > 4570$	Baik Sekali

3. Pengukuran Tebal Selimut Beton dan Posisi Tulangan

Pengukuran tebal selimut beton dan posisi tulangan atau yang biasa disebut pengujian *rebar detector* ini dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah tulangan yang ada, jarak antar tulangan dan tebal selimut beton serta diameter tulangan yang terpasang. Hal ini khususnya guna mengevaluasi apakah penulangan yang terpasang sesuai dengan gambar As Built yang ada.

Alat yang digunakan adalah Rebar Locator Proceq Provometer. Dengan alat ini tebal penutup / selimut beton dapat terukur dengan jelas sehingga tinggi efektif dari struktur beton bertulang dapat ditetapkan dan tinggi efektif dipakai sebagai dasar untuk melakukan analisa kemampuan penampang dari struktur beton bertulang tersebut. Standart yang digunakan SN 5005 262, DIN 1045, DGZfP B2, BS 1881; Part 204 Pengukuran tebal penutup beton itu sangat penting karena, setiap elemen struktur beton bertulang mempunyai nilai batas minimum tebal penutup/selimut beton yang berfungsi melindungi baja tulangan beton yang memberikan keamanan pada tingkat keawetan struktur beton bertulang.

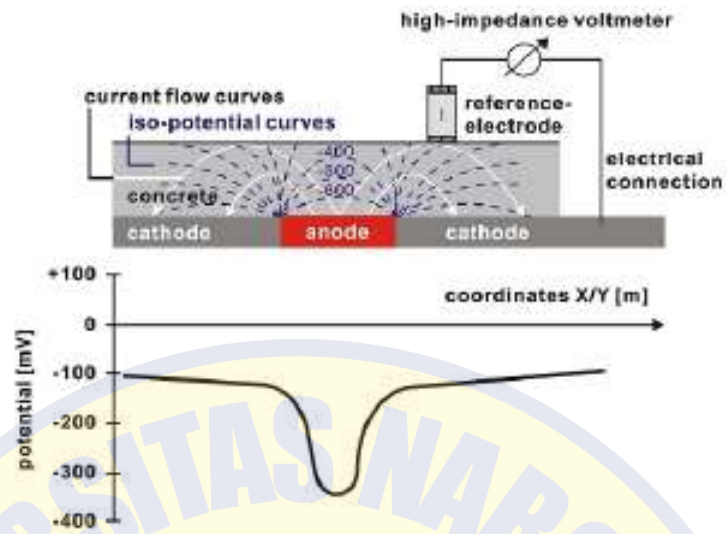


**Gambar 2.8** Peralatan Pengujian Rebar Detector

(sumber: <https://www.proceq.com/compare/rebar-detection-and-cover-measurement/>)

4. Pengukuran Nilai Potensial Terjadinya Korosi (Half Cell Potential)

Pengujian ini dilakukan untuk memprediksi tingkat korosi pada besi beton. Pengukuran nilai potensial terjadinya korosi menggunakan metode pengukuran nilai *half cell potential* dari tulangan yang terpasang. Dalam metode ini pengukuran berdasarkan nilai potensial yang terjadi pada permukaan beton yang dihubungkan dengan kondisi korosi baja yang terdapat di dalam beton sebagaimana terlihat pada Gambar 2.9. Dan pengukuran menggunakan alat bantu CANIN+ Corrosion Analyser buatan PROCEQ. Yang mana pada dasarnya alat ini mengukur perbedaan nilai half cell potential pada permukaan beton dengan elektroda standard adalah Cupri Sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ).



**Gambar 2.9** Metode Pengukuran Half Cell Potential



**Gambar 2.10** PROCEQ CANIN+ Corrosion Analyser Instruments

(sumber: <https://emin.com.mm/proceqcanin-proceq-canin-corrosion-analyzing-instrument-configuration-with-rod-and-wheel-electrodes-myanmar-11372/pr.html>)

Adapun sesuai dengan standard ASTM C876, hubungan nilai potensial tulangan dengan kemungkinan terjadinya korosi adalah seperti pada tabel berikut.

**Tabel 2.4** Hubungan Nilai Potensial Tulangan dengan Kemungkinan Korosi pada Tulangan sesuai ASTM C.876

Nilai Potensial	Kondisi Tulangan
> - 200 mV	Kemungkinan korosi < 10 %
- 200 mV s/d – 350 mV	Kemungkinan korosi $\pm 50\%$
< -350 mV	Tingkat korosi bisa mencapai 90%

### 2.2.2. Pengujian Destruktif

Pengujian ini dilakukan dengan merusak struktur eksisting yang ada dan dilakukan dengan bantuan alat untuk mengambil sampel struktur eksisting yang akan digunakan sebagai sampel pengujian pada laboratorium.

Pengambilan sampel bor inti beton dilakukan berdasarkan ASTM C42-90 maupun SNI 03-2492-2002 *Metode Pengambilan dan Pengujian Beton Inti*. Di mana hal ini tergolong sebagai *destructive test* di mana sampel diambil dengan menggunakan alat *core drill* dengan mata bor berdiameter 4” sehingga didapatkan sampel inti beton berdiameter 94 mm. Adapun panjang dari sampel silinder beton setidaknya berkisar 1,9 sampai 2,1 kali diameter. Bila melebihi 2,1 kali diameter, maka panjang sampel harus dikurangi, sedangkan bila berdasarkan kondisi di lapangan panjang sama atau kurang dari 1,75 harus dikalikan dengan faktor koreksi kekuatan tekan sebagai berikut:

<i>Rasio Panjang / Diameter (L/D)</i>	<i>Faktor Koreksi Kekuatan</i>
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

(Gunakan interpolasi untuk rasio selain tersebut di atas).



Setelah itu, sampel bor inti beton akan dibuat menjadi benda uji tekan silinder. Di mana sampel berupa silinder core drill tersebut, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian terhadap kekuatan tekan beton. Begitu pula apabila terdapat sampel baja tulangan yang ikut terambil, maka sampel tersebut nantinya akan digunakan sebagai benda uji tarik baja tulangan.

### **2.2.3. Pengujian Laboratorium**

Dari pengujian destruktif, dapat terambil beberapa sampel inti beton dan sampel baja tulangan terpasang. Dari kedua jenis sampel tersebut kemudian dibawa ke laboratorium dan dilakukan pengujian guna mendapatkan mutu material eksisting.

Hasil sampel beton yang terambil pada pengujian destruktif dengan *core drill* kemudian dipotong dan dibentuk menjadi benda uji tekan silinder beton sebagaimana data pada Core Log. Benda uji ini kemudian dilakukan pengujian kuat tekan di laboratorium dengan alat *Universal Testing Maching – UTM* kapasitas 200ton sesuai SNI 1974:2011 *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Di mana kuat tekan dari sampel silinder beton didapat dengan membagi beban tekan maksimum dengan luas permukaan tekan dari sampel dan memperhatikan factor koreksi akibat perbandingan panjang dan diameter sampel.



**Gambar 2.11** Alat Universal Testing Machine – UTM Kapasitas 200 Ton

#### 2.4. Kerusakan pada beton

Kerusakan yang terjadi pada elemen beton umumnya dapat dikelompokkan dalam tiga kategori yaitu:

##### 1. Kerusakan Retak (*Cracks*)

Keretakan pada elemen beton berupa garis-garis yang relatif panjang dan sempit, retak ini dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab, diantaranya adalah:

- Akibat evaporasi air dalam campuran beton terjadi dengan cepat akibat cuaca yang panas, kering atau berangin. Retak keadaan ini disebut sebagai *plastic cracking*.
- *Bleeding* yang berlebihan pada beton, biasanya akibat proses *curing* yang tidak sempurna. Retakan bersifat dangkal dan saling berhubungan pada seluruh permukaan, retak jenis ini disebut *crazing*.
- Pergerakan struktur, sambungan yang tidak baik pada pertemuan kolom dengan balok atau plat, atau tanah yang tidak stabil. Retakan bersifat dalam atau lebar, reaksi antara alkali dan agregat, retakan yang terbentuk

sekitar 10 tahun atau lebih setelah pengecoran dan selanjutnya menjadi lebih dalam dan lebar, retakan saling berhubungan satu sama lain retak jenis ini disebut *random cracks*.

## 2. Kerusakan *Voids*

Kerusakan yang berupa lubang-lubang yang relatif dalam dan lebar pada beton. *Void* pada beton dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab, diantaranya Pemadatan yang dilakukan dengan vibrator kurang baik, karena jarak antar bekisting dengan tulangan atau jarak antar tulangan terlalu sempit sehingga bagian mortar tidak dapat mengisi rongga antara agregat kasar dengan baik. *Void* yang terjadi berupa lubang-lubang tidak teratur yang disebut *honey combing*. Bocor pada bekisting yang menyebabkan air atau pasta semen keluar, akan lebih parah jika campuran banyak mengandung air, atau banyak pasta semen atau gradasi agregat yang kurang baik. Keadaan ini disebut *sand streaking*.

## 3. Kerusakan *Spalling*

Kerusakan yang berupa terkelupasnya permukaan beton yang dapat ditimbulkan oleh beberapa sebab, diantaranya:

- Eksposisi yang berulang-ulang terhadap pembekuan dan pencairan sehingga permukaan terkelupas, keadaan ini disebut *scalling*.
- Melekatnya material pada permukaan bekisting sehingga permukaan beton terlepas dalam kepingan atau bongkah kecil, keadaan ini disebut *spalling*.

- Terlepasnya partikel-partikel sehalus debu yang dapat terdiri dari semen yang sangat halus atau agregat yang sangat halus, terlepas akibat abrasi misalnya saat lantai disapu, hal semacam ini disebut *dusting*.
- Terdapatnya material organik dalam campuran, kontaminasi yang reaktif atau korosi pada tulangan dapat menimbulkan rongga pada beton yang disebut sebagai *popouts*, juga dapat disebabkan ekspansi agregat yang *pourous* segera setelah pengecoran sampai setahun lebih tergantung permeabilitas beton dan ketidakstabilan volume agregat yang digunakan.
- Disintegrasi beton pada titik-titik dimana terdapat aliran air turbulen akibat pecahnya gelembung-gelembung pada air, erosi seperti ini sering disebut *water cavitation*.
- Erosi oleh air dimana abrasi oleh benda-benda padat yang tersuspensi dalam air terhadap permukaan beton mengakibatkan disintegrasi beton sepanjang alur aliran air.

## 2.5. Parameter Kerusakan

Parameter kerusakan pada elemen struktur beton dapat diklasifikasikan kedalam 4 kondisi yang ada diantaranya kondisi baik, cukup baik, kurang sempurna dan tidak sempurna. Dimana klasifikasi kondisi tersebut mengacu pada table 2.5 yang akan dijelaskan seperti dibawah ini.

**Tabel 2.5** Klasifikasi Kerusakan Elemen Struktur Beton

Keterangan	Klasifikasi
Kondisi Baik	Apabila element struktur dalam kondisi tidak terdapat retak, tanda-tanda korosi dan semacamnya.
Cukup Baik	Apabila element struktur hanya terdapat retak-retak geser dengan jumlah yang tidak signifikan serta tidak terdapat selimut beton yang telah mengalami pecah ( <i>spalling</i> ).
Kurang Sempurna	Apabila elemen struktur terdapat retak-retak baik geser maupun lentur namun tidak terdapat selimut beton yang telah mengalami pecah ( <i>spalling</i> ). Atau terjadi garis noda korosi memanjang sepanjang posisi tulangan lentur juga merupakan klasifikasi kerusakan sedang mengingat kondisi tersebut merupakan pertanda bahwa tulangan lentur telah terkorosi dan pada suatu saat dapat menyebabkan terjadi pecahnya selimut beton ( <i>spalling</i> ). Termasuk juga bila terdapat pori-pori atau rongga pada permukaan hingga terlihat tulangan juga diklasifikasikan sebagai kondisi kurang sempurna.
Tidak Sempurna	Apabila sudah terjadi retak lentur yang cukup banyak dan pecahnya selimut beton ( <i>spalling</i> ).

## 2.6. Pemilihan Material untuk Perbaikan

Pemilihan material yang sesuai merupakan persyaratan yang absolut untuk menghasilkan perbaikan yang tahan lama, karena sifatnya dekat dengan beton yang akan diperbaiki, seringkali beton yang dibuat dengan semen Portland atau komposisi yang bersifat *cementitious* lainnya merupakan pilihan yang terbaik untuk material perbaikan. Namun kebutuhan lainnya seperti kondisi lapangan, pencapaian kekuatan secara cepat, perbaikan yang memerlukan ketahanan terhadap serangan bahan kimiawi atau kebutuhan untuk memperoleh permukaan yang estetik seringkali mengakibatkan pilihan jatuh pada material lainnya.



Namun terkadang dalam perbaikan terdapat pilihan lebih dari satu material yang dapat digunakan dengan hasil yang sama, jika ini terjadi, pilihan terakhir terhadap material atau kombinasi material mesti dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan, penerapan biaya, ketersediaan keterampilan buruh dan peralatan. Pada umumnya tiga hal berikut harus diperhitungkan dalam mempertimbangkan pemilihan material yang akan digunakan: kondisi perbaikan, sifat-sifat material perbaikan, dan keterampilan serta peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan perbaikan.

## 2.7. Lokasi penelitian

Lokasi atau obyek yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Lokasi penelitian : Gedung Peternakan Politeknik Negeri Jember, Kota Jember, Jawa Timur, Indonesia



**Gambar 2.12** Lokasi Penelitian

Kondisi saat ini struktur gedung peternakan politeknik negeri jember yang berada pada tahap 1 dimana pembangunan struktur pondasi dan struktur bangunan hingga balok dan pelat lantai 2 (dua) sesuai dokumentasi berikut:



**Gambar 2.13** Tampak bangunan yang dilakukan penelitian

