

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS II 2016

"Peran Perguruan Tinggi dalam Pembangunan Berkelanjutan untuk Kesejahteraan Masyarakat"

23-24

Agustus 2016

Auditorium Gedung M Lt. 8

Kampus I, Universitas Tarumanagara,
Jl. Let. Jend. S. Parman No.1 Jakarta Barat 11440

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara
Kampus 1, Universitas Tarumanagara
Jl. Let. Jend. S. Parman No.1 Jakarta Barat 11440



REVIEWER

1. Prof. Ir. Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D.
2. Dr. Ir. Naniek Widayati, M.T.
3. Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D.
4. Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T.
5. Ir. Priyendiswara A B, M.Com.
6. Ir. Tjandra Susila, M.Eng. Sc., Ph.D.

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS (SNTS) II 2016

TEMA:

**“PERAN PERGURUAN TINGGI DALAM PEMBANGUNAN
BERKELANJUTAN UNTUK KESEJAHTERAAN MASYARAKAT”**

TIM PENYUSUN:

Dr. Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si.

Dr. Steven Darmawan, S.T., M.T.

Meirista Wulandari, S.T., M.Eng.

Denny Husin, S.T.,M.A.

Wilson Kosasih, S.T., M.T.

Ir. Arianti Sutandi, M.Eng.

Ir. Sylvie Wirawati, M.T.

Joni Fat, S.T.,M.E.

Siswadi Joko Santoso

Fandy



Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara
Jl. Letjend. S. Parman No. 1 Jakarta 11440
Telp. 021-5672548, 5663124, 5638335; Fax. 012-5663277
Website: www.untar.ac.id, e-mail: ft@untar.ac.id

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Sambutan Dekan Fakultas Teknik	ii
Daftar Isi	iii
Susunan Panitia	vii
Susunan Acara	viii
Jadwal Presentasi	ix
Pembicara Kunci	
Prof. Ir. Bambang Budiono, ME., Ph.D.	1
Bidang Arsitektur	
1 Kelayakan Fisik Stasiun Pemberhentian di Lokasi Rumah Sakit pada Rute Transjakarta Agnatasya Listianti Mustaram	1
2 Kajian Kenyamanan Jalur Pejalan Kaki di Kawasan Kota Lama Semarang Sintia Dewi Wulanningrum	12
3 Kajian Dampak Pemilihan Bahan Bangunan pada Karya Arsitektur James Rilatupa	22
4 Pengaruh Bentuk Plafon Terhadap Waktu Dengung (<i>Reverberation Time</i>) Yunita A.Sabtalistia	33
5 Penerapan Studi Gerak Tarian dan Musik Betawi dalam Sirkulasi Bangunan Pusat Seni Pertunjukkan Kenny Punsu, Priscilla Epifania dan Andi Surya Kurnia	41
6 Museum Alat Musik Tradisional Indonesia Caroline Kurniawan, Dewi Ratnaningrum dan Tony Winata	50
7 Museum Sejarah Kota Depok sebagai Pariwisata Budaya dan Identitas Kota Depok Christy Aneta	57
8 Kajian Aksesibilitas Difabel pada Kampus 1 Universitas Tarumanagara Theresia Budi Jayanti	64
9 Pasar Burung Jakarta Sinta Novagia dan Diah Anggraini	74
10 Pokemon Go (Kajian Ruang Kota Yang Terinvasi Gim Berbasis AR) Andi Surya Kurnia	83
Bidang Teknik Sipil	
1 Pengaruh Perpaduan <i>Copper Slag</i> dan Abu Terbang terhadap Sifat Mekanis <i>Reactive Powder Concrete</i> Widodo Kushartomo dan Nico Hendrawan	1
2 Analisis <i>Value Engineering</i> Berbasis Risiko Untuk Mengatasi Faktor Ketidakpastian Parameter Geoteknik, Studi Kasus: Jalan Tol. Inda Sumarli dan Chaidir Anwar Makarim	9
	iii

3	Model Pemilihan Moda Antara <i>Light Rail Transit (LRT)</i> Dengan Sepeda Motor Di Jakarta. Febri Bernadus Santosa dan Najid	19
4	Evaluasi Standar Pelayanan Minimal Operasional Transjakarta Koridor 9 dan Koridor 12 Rizal Satyadi dan Najid	25
5	Model Pemilihan Moda Antara <i>Light Rail Transit (LRT)</i> Dengan Mobil Pribadi Di Jakarta Yumen Kristian Wau dan Najid	34
6	Model Pemilihan Moda Kereta Rel Listrik Dengan Jalan Tol Jakarta-Bandar Soekarno Hatta Kevin Harrison dan Najid	40
7	Pendekatan Teori Himpunan <i>Fuzzy</i> Dalam Menentukan Tingkat Risiko Kerusakan Beton Menggunakan <i>Hammer Test</i> . Phang Jordy, Iwan B. Santoso dan Widodo Kushartomo	46
8	Efisiensi Tenaga Kerja Dengan <i>Ranked Positional Weight Method</i> Julius dan Henny Wiyanto	52
9	Penerapan <i>Resource Leveling</i> Dengan <i>Minimum Moment Method</i> dan <i>Entropy Maximization</i> Miranda Budiman dan Henny Wiyanto	58
10	Analisis <i>Value Engineering</i> Pekerjaan <i>Curing</i> Pelat Beton Pada <i>High Rise Bulding</i> Romario dan Henny Wiyanto	64
11	Penentuan Parameter Reologi Lumpur Sidoarjo Dengan <i>Fall Cone Penetrometer</i> , <i>Mini Vane Shear</i> dan <i>Flow Box</i> Calvin Sunandar dan Budijanto Widjaja	72
12	Analisis Efek Penempatan Fasilitas Terhadap Kelancaran Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat Di Jakarta. Angelia dan Arianti Sutandi	82
13	<i>Shear Strength of Reinforced Concrete Walls with Boundary Member</i> Ika Bali and Paulus Jonathan	89
14	Penggunaan Metode <i>Cross</i> pada Struktur Portal Bergoyang Statis Tak Tentu Dengan kekakuan Tidak Merata dalam Satu Balok dan Kolom. Jemy wijaya dan Fanywati Itang	94
15	Perbandingan Prediksi Durasi Proyek Antara Pendekatan Matematis dan Kumulatif Rizka Chairunnisa, Roy Handyawan, Adi Kurniawan Parjono dan Basuki Anondho	103
16	Monitoring Progres Proyek Konstruksi Dengan Pendekatan Probabilistik Edelin Hartono, Hatta Iskandar, Alvin Tanimin dan Basuki Anondho	110

Bidang Teknik Elektro

1	Prototipe Alat Penanda dan Pengawas Perimeter Lokasi Keberadaan Anak Joni Fat	1
2	Perancangan dan Realisasi Sistem Presensi Mahasiswa Menggunakan Kartu Magnetik Regine Giri Karuna, Tjandra Susila dan Suraidi	8
3	Sistem Helm Pintar Untuk Pesepeda Berlin Susanto, Meirista Wulandari dan Fahraini Bacharuddin	15
4	Kunci Pintu Otomatis untuk Rumah dengan Menggunakan Perangkat Android Agung Try Yuliato, Hang Suharto dan Suraidi	26
5	Sistem Cetak Pada Media Kertas Jarak Jauh Berbasis <i>WEB</i> Hendry Gunawan, Edy Haryono dan Nurwijayanti Kusumaningrum	34
6	Perancangan Sistem Monitoring Kondisi Gedung Menggunakan Konsep <i>Wireless Sensor Network</i> Asep Najmurokhan¹, Kusnandar², Bambang HSR Wibowo³ dan Andef Abdillah⁴	43

Bidang Teknik Mesin

1	Pengaruh Kecepatan Potong Pada Proses Pembubutan Terhadap <i>Surface Ghness</i> dan Topografi Permukaan Material <i>Aluminiym Alloy</i> Sobron Yamin Lubis, Erwin Siahaan dan Kevin Brian	1
2	Analisis Kekuatan Tarik <i>Bolted Joint</i> Struktur Komposit <i>C-Glass/Epoxy Bakalite</i> EPR 174 Ariansyah Pandu Surya, Lies Banowati dan Devi M. Gunara	10
3	Analisa Kekuatan lentur Struktur Komposit Berpenguat Mendong/Epoksi Bakalite EPR 174 Vicky Firdaus, Lies Banowati dan Ruslan Abdul Gani	18
4	Karakteristik Mekanik Material <i>Spoiler</i> Mobil Berbasis Bahan Plastik Agustinus Purna Irawan, Adianto, I Wayan Sukania, dan M. Agung Saryatmo	25

Bidang Teknik Industri

1	User Experience pada Situs E-Commerce Sebuag Studi Komparasi Antara B2C dan C2C Ronald Sukwadi, Cynthia Soenanto, Agung Nugroho dan MM Wahyuni Inderawati	1
2	Penentuan Pusat Distribusi Ritel Dengan Analisis <i>K-Means Clustering</i> (Studi Kasus PT. XYZ di Kalimantan) Filscha Nurprihatin	10
3	Implementasi <i>Lean Six Sigma</i> dan Usulan Perbaikan untuk Meminimasi <i>Non Value Added</i> pada Proses Produksi Kertas di PT. Pelita Cengkaren Paper. Ahmad, Lithrone Laricha Salomon dan Yustin Kartika Sari	20
4	Usulan Perbaikan Perancangan Tata Letak Mesin Lantai Produksi Pada Bagian Metal Works (Studi Kasus: PT. Nurinda) Hendy Tannady dan Feni Sensia	31

5	Perancangan Stasiun Kerja Pembuatan Kulit Mochi Dengan Pendekatan Ergonomi Silvi Ariyanti	42
6	Usulan Perencanaan dan Pengembangan Produk Asbak di Restoran Chakra Dino Caesaron dan Samuel	52

Bidang Teknik Planologi

1	Studi Pengembangan Pariwisata Berdasarkan Konsep <i>City Branding</i> (Studi Kasus : Kabupaten Pulau Morotai) Muhammad Indra Rahmawan Banyo dan B. Irwan Wipranata	1
2	Presepsi Penghuni Terhadap Pengelolaan Rumah Susun Sewa Komarudin, Cakung Jakarta Timur Herlin Mukti dan Parino Rahardjo	14
3	Evaluasi Pengelolaan Agrowisata Menjadi Agro Center Yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Hortimart Agro Center) Wenny dan Sylvie Wirawati	26
4	Penataan Kawasan Konsep Mangrove Dengan Konsep <i>Ecotourism</i> ; Studi Kasus: Muaragembong, Kabupaten Bekasi Intan Nurul Fajriah dan B. Irwan Wipranata	36
5	Kajian Lokasi Minimarket Terhadap Peraturan Daerah Kota Bekasi No. 7/2012 Tentang Penataan Toko Modern Liza Medina Novianri dan Parino Raharjo	47
6	Pendekatan Kualitatif Pada Rencana Detail Tata Ruang (Studi Kasus: Kawasan Sisi Banjir Kanal Timur di Kelurahan Pulogebang) Anggy Rahmawati dan Parino Rahardjo	56
7	Rencana Penataan Kawasan Wisata Pesisir Pantai Kenjeran Rizky Adhadian P dan B. Irwan Wipranata	66
8	Studi Neighbourhood Change dan Berkelanjutan Hunian (Studi Kasus: Perumahan Citra 1, Jakarta Barat) Veronica Teny Lukito, I G. Oka Sindhu Pribadi dan Liong Ju Tjung	78
9	Mengkaji Persepsi Pengunjung Terhadap Pengelolaan Kawasan Bumi Perkemahan Cibubur Devi Audina Wahyuni, Parino Rahardjo dan Priyendiswara	90
10	Studi Implementasi Program Fasilitas Likuiditas Pembiayaan Perumahan Pada Perumahan Tapak Natalia Dahlan dan Sylvie Wirawati	101
11	Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sejenisnya Di Apartemen dan Perumahan Di Wilayah Jakarta Barat Priyendiswara Agustina Bela	111

PENDEKATAN TEORI HIMPUNAN *FUZZY* DALAM MENENTUKAN TINGKAT RISIKO KERUSAKAN BETON MENGUNAKAN *HAMMER TEST*

Phang Jordy¹, Iwan B. Santoso² dan Widodo Kushartomo.³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Let. Jend S. Parman No.1 Jakarta 11440
Email: jordy.phang@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Let. Jend S. Parman No.1 Jakarta 11440
Email: iwsantoso@hotmail.com

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Let. Jend S. Parman No.1 Jakarta 11440
Email: widodo@untar.ac.id

ABSTRAK

Menilai tingkat risiko suatu kerusakan beton adalah suatu masalah yang memerlukan banyak parameter-parameter untuk mengambil keputusan yang tepat. Dalam hal ini, teori himpunan fuzzy merupakan teori yang tepat untuk mengukur risiko beton. Teori ini menjelaskan bahasa manusia ke dalam perhitungan kuantitatif. Nilai rebound dari hammer test dianalisis menggunakan teori himpunan fuzzy dengan mengambil nilai fuzziness dalam hal overlap nilai rebound. Nilai faktor risikodibandingkan dengan nilai maksimal dan minimal yang mungkin, serta membandingkan dengan aturan PBI 71 pasal 4.8 ayat 1 tentang mutu beton. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa nilai fuzziness 20% dan 50% berdasarkan PBI 71 pasal 4.8 ayat 1 tidak relevan.

Kata Kunci : risiko, teori himpunan fuzzy, kerusakan, beton, hammer test

1. PENDAHULUAN

1.1 LatarBelakang

Kesehatan bangunan merupakan suatu hal yang wajib menjadi perhatian pemilik bangunan. Terkadang pemilik bangunan kurang memperhatikan kesehatan bangunan karena dapat memakan biaya cukup besar. Kerusakan bangunan yang dibahas dalam tulisan adalah pengeroposan pada beton. Pengeroposan beton merupakan hal yang umum terjadi. Pengeroposan yang terjadi tidak selalu membahayakan struktur, sehingga tidak harus segera diperbaiki. Namun terkadang pula pengeroposan yang terjadi membahayakan, sehingga harus segera diperbaiki. Menjadi pertimbangan sulit apakah suatu beton harus segera diperbaiki atau tidak. Akan memakan biaya yang besar bila beton-beton keropos yang masih dapat ditoleransi juga ikut diperbaiki.

Diperlukan pengambilan keputusan yang tepat untuk menentukan apakah beton tersebut harus diperbaiki segera atau tidak. Tentunya hal ini akan mengurangi biaya yang timbul akibat pengerjaan yang tidak tepat. Dalam hal ini perlu dilakukan tes non-destruktif untuk menentukan nilai kuat tekan tanpa perlu merusak beton tersebut. Tes non-destruktif yang umum dilakukan pada beton adalah *hammer test* yang menggunakan alat bernama *Schmidt Hammer*.

Penelitian ini akan mencari tingkat risiko berdasarkan *hammer test* yang dikembangkan oleh Malek et al. (2014) yaitu dengan metode berdasarkan pendekatan Teori Himpunan *Fuzzy* (*Fuzzy Set Theory*). Cara ini praktis digunakan karena tanpa perlu melakukan konversi dan membandingkan dengan desain awal, kondisi suatu beton dapat dinilai berdasarkan faktor risiko yang didapat dari perhitungan metode ini.

Malek et al. (2014) mengatakan bahwa menilai pengeroposan beton (*concrete deterioration*) merupakan hal yang sulit dilakukan.

Melihat hal yang melatarbelakangi penelitian ini, masalah yang terjadi adalah adanya suatu metode baru yaitu metode pendekatan teori himpunan *fuzzy* dalam pengambilan keputusan. Penelitian ini mengembangkan teori himpunan *fuzzy* dengan berdasarkan PBI 71 pasal 4.8 ayat 1. Penelitian ini tidak menjelaskan penyebab terjadinya pengeroposan beton dan tidak mencari data primer, melainkan menggunakan data sekunder yang valid.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan sebagai berikut :

- Melakukan pendekatan teori himpunan *fuzzy* dalam menentukan kondisi beton.
- Menerapkan hasil dari pendekatan teori himpunan *fuzzy* dalam menentukan kondisi beton agar dapat digunakan.

2. DASAR TEORI

2.1 Schmidt Hammer

Schmidt Hammer ditemukan oleh seorang insinyur Swiss bernama Ernst Schmidt pada tahun 1948. Schmidt mengembangkan alat untuk menguji beton berdasarkan prinsip *rebound*. Prinsip *rebound* sendiri yaitu ketika beton dipukul oleh *hammer*, maka didapat sebuah derajat *rebound* yaitu indikator kekerasan dari beton itu sendiri. Alat ini dikembangkan dengan menggunakan *hammer* yang diberikan kekuatan oleh pegas dan merancang suatu metode untuk mengukur nilai *rebound* yang didapat dari *hammer* (Agunwamba dan Adagba, 2012).

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi nilai *rebound* dari *hammer test*. Faktor-faktor yang mempengaruhi menurut Gupta et al (2015) yaitu kekasaran permukaan, umur beton, kelembaban, agregat beton, temperatur beton, dan kalibrasi alat *hammer test*.

2.2 Teori Himpunan Fuzzy

Teori himpunan merupakan cabang matematika yang mempelajari kumpulan dari objek-objek yang disebut "Himpunan". Teori himpunan klasik menerangkan hanya ada dua relasi antara objek (O) dan himpunan (H). Hanya ada dua relasi dalam himpunan (Malek et al, 2014), disimbolkan secara matematika sebagai $O \in H$ (anggota himpunan) atau $O \notin H$ (bukan anggota himpunan).

Teori baru diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh yaitu Teori Himpunan *Fuzzy*. Teori ini menjelaskan bahwa sebuah O bisa berada "sebagian" dalam himpunan (Malek et al, 2014). Misalkan O anggota himpunan H diberi nilai 1, dan O bukan anggota himpunan H diberi nilai 0. Dalam teori himpunan klasik, hanya memungkinkan adanya nilai 1 dan 0. Sedangkan dalam teori himpunan *fuzzy*, memungkinkan adanya nilai di antara 1 dan 0. Teori ini sangat tepat digunakan dalam kasus dimana pengambilan keputusan didasarkan pada sistem yang kompleks dengan data yang sedikit (Ross, 1997).

Dalam jurnal ASCE berjudul *Fuzzy Logic Approach to Risk Assessment Associated with Concrete Deterioration*. Metode ini diharapkan menjadi alat yang membantu dalam mengambil keputusan seberapa beton untuk diperbaiki atau tidak. Parameter-parameter yang ada akan digunakan dalam perhitungan untuk menghasilkan nilai *Risk Factor (R)*. Nilai *R* ini akan menjadi acuan kuantitatif untuk menentukan perbaikan beton yang tepat.

Nilai R ditentukan berdasarkan dua parameter. Pertama adalah kondisi beton, dinilai dari tes non-destruktif yang kemudian akan dihitung untuk mendapat nilai faktor kualitas (Q). Kedua adalah bobot kekritisian elemen struktur tersebut .

3. METODE PENELITIAN

Dilakukan studi literatur dari buku dan jurnal. Jurnal utama yang menjadi acuan adalah jurnal *Fuzzy Logic Approach to Risk Assessment Associated with Concrete Deterioration*[5]. Dilakukan pengambilan data sekunder *hammer test* yang kemudian akan dilakukan pengolahan data.

Pengolahan data akan dilakukan sebagai berikut :

1. Data *hammer test* yang dikumpulkan disortir kemudian dibagi ke dalam empat kategori, yaitu sangat baik (kategori 4), baik (kategori 3), buruk (kategori 2), sangat buruk (kategori 1). Untuk mutu beton masing-masing dicari nilai *rebound value* yang sesuai dengan menggunakan tabel konversi. Nilai rebound ini akan diambil sebagai *lower cutoff* untuk kategori 4. Nilai yang kurang dari nilai tersebut akan dibagi ke dalam tiga bagian dengan *range* data yang sama sebagai kategori 3, kategori 2, dan kategori 1.
2. Diambil nilai persentase overlap sebanyak 0%, 5%, 10%, 20%, dan 50% dalam pengujian (Malek dkk, 2014)
3. Faktor kualitas (Q) dihitung berdasarkan rata-rata tertimbang *fuzzy/fuzzy weighted mean*. Persamaan yang digunakan adalah :

$$Q = \frac{\sum_{n=0}^4 c_i P_i}{\sum_{n=0}^4 c_i} \quad (1)$$

dimana c_i = nomor kategori himpunan *fuzzy* dan P_i = persentase keanggotaan dalam suatu himpunan.

4. Menentukan faktor risiko (R) dengan persamaan :

$$R = \frac{w}{Q} \quad (2)$$

dimana w = faktor tertimbang dan Q = faktor kualitas. Faktor Tertimbang ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1 Bobot Kekritisian Struktur (Malek dkk, 2014).

Structural element	Weight applied (w)
Slab/side wall/parapet	0.4
Cantilever	0.5
Girders	0.6
Column/bearing wall	0.8

5. Dari nilai R yang dihasilkan, akan dicari nilai R terbesar dan terkecil dalam setiap bangunan untuk nilai overlap masing-masing.
6. Nilai R akan dikategorikan menjadi 4 yaitu kategori A, B, C, dan D. Kategori ini akan dibagi berdasarkan nilai R maksimum dan minimum yang mungkin. Kategori D adalah nilai R terkecil sedangkan kategori A adalah nilai R terbesar.
7. Nilai R juga akan dikategorikan berdasarkan PBI 71 pasal 4.8 ayat 1. Untuk mutu beton diatas 80% dikategorikan warna hijau, untuk mutu beton antara 50% sampai 80% rencana diberikan warna kuning dan untuk mutu beton kurang dari 50% diberi warna merah.

4. ANALISIS DATA

Data yang diambil merupakan data sekunder yang berasal dari 4 bangunan berbeda. Pertama adalah Wisma Mulia II dengan mutu beton 45 MPa, kedua adalah PT Novell Pharmaceutical dengan mutu beton K300, ketiga adalah PT Mulia Naga Lestari dengan mutu beton K300 dan

K250, dan keempat adalah Kemang Residence dengan mutu beton K250. Nilai acuan untuk kategori 4 untuk mutu beton 45 MPa adalah 47, untuk K300 adalah 37, dan untuk K250 adalah 31.

Hasil dari analisis *R* metode pertama ditunjukkan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Tabel 2 Hasil Analisis *R* Wisma Mulia

Overlap	Kategori			
	A	B	C	D
0%	0%	0%	40%	60%
5%	0%	0%	6%	94%
10%	0%	0%	0%	100%
20%	0%	0%	0%	100%
50%	0%	0%	0%	100%

Tabel 3 Hasil Analisis *R* PT Novell Pharmaceutical

Overlap	Kategori			
	A	B	C	D
0%	0%	0%	0%	100%
5%	0%	0%	0%	100%
10%	0%	0%	0%	100%
20%	0%	0%	0%	100%
50%	0%	0%	0%	100%

Tabel 4 Hasil Analisis *R* PT Mulia Naga Lestari

Overlap	Kategori			
	A	B	C	D
0%	0%	0%	3%	97%
5%	0%	0%	0%	100%
10%	0%	0%	0%	100%
20%	0%	0%	0%	100%
50%	0%	0%	0%	100%

Tabel 5 Hasil Analisis *R* Kemang Residence

Overlap	Kategori			
	A	B	C	D
0%	0%	1%	90%	9%
5%	0%	0%	10%	90%
10%	0%	0%	7%	93%
20%	0%	0%	1%	99%
50%	0%	0%	0%	100%

Hasil dari analisis *R* metode kedua akan ditunjukkan pada Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 6 Hasil Analisis *R* Wisma Mulia

Kategori	Overlap (%)				
	0	5	10	20	50
	Persentase	Persentase	Persentase	Persentase	Persentase
Hijau	62%	94%	100%	0%	0%
Hijau - Kuning	38%	6%	0%	0%	0%
Kuning	0%	0%	0%	0%	0%
Kuning- Merah	0%	0%	0%	0%	0%
Merah	0%	0%	0%	100%	100%

Tabel 7 Hasil Analisis *R* PT Novell Pharmaceutical

Kategori	Overlap (%)				
	0	5	10	20	50
	Persentase	Persentase	Persentase	Persentase	Persentase
Hijau	100%	100%	100%	0%	0%
Hijau - Kuning	0%	0%	0%	0%	0%
Kuning	0%	0%	0%	0%	0%
Kuning- Merah	0%	0%	0%	0%	0%
Merah	0%	0%	0%	100%	100%

Tabel 8 Hasil Analisis *R* PT Mulia Naga Lestari

Kategori	Overlap (%)				
	0	5	10	20	50
	Persentase	Persentase	Persentase	Persentase	Persentase
Hijau	97%	100%	100%	0%	0%
Hijau - Kuning	0%	0%	0%	0%	0%
Kuning	3%	0%	0%	0%	0%
Kuning- Merah	0%	0%	0%	0%	0%
Merah	0%	0%	0%	100%	100%

Tabel 9 Hasil Analisis *R* Kemang Residence

Kategori	Overlap (%)				
	0	5	10	20	50
	Persentase	Persentase	Persentase	Persentase	Persentase
Hijau	14%	0%	0%	0%	0%
Hijau - Kuning	32%	0%	0%	0%	0%
Kuning	40%	93%	70%	0%	0%
Kuning- Merah	13%	3%	26%	0%	0%
Merah	1%	4%	4%	100%	100%

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian pendekatan teori himpunan *fuzzy* dalam menentukan kerusakan beton menggunakan *hammer test* adalah sebagai berikut:

1. Faktor risiko *R* digunakan untuk menentukan besarnya risiko pada struktur beton. Nilai *R* dipengaruhi oleh faktor kualitas *Q* dan bobot kekritisan struktur *w*.
2. Nilai *Q* (faktor kualitas) yang sama pada suatu mutu beton yang sama, dapat menghasilkan nilai *R* (faktor risiko) yang berbeda apabila jenis struktur tersebut berbeda seperti kolom, balok, atau pelat.
3. Bobot kekritisan struktur *w* untuk berbagai elemen berbeda-beda. Kolom memiliki nilai *w* 0,8, balok memiliki nilai *w* 0,6, dan pelat memiliki nilai *w* 0,4.
4. Nilai overlap juga berpengaruh pada nilai faktor risiko *R*. Semakin besar nilai overlap yang diambil, maka nilai *R* akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena semakin besar nilai overlap, semakin banyak nilai rebound yang masuk ke dalam lebih dari satu kategori. Dengan demikian nilai *Q* akan menjadi lebih besar, dan nilai *R* akan semakin kecil.
5. Nilai faktor risiko pertama dibagi menjadi 4 kategori. Kategori A untuk mutu beton terburuk dan kategori D. Kategori ini dibagi berdasarkan nilai faktor risiko *R* terbesar dan terkecil yang mungkin. Masing-masing kategori memiliki *range* yang sama.
6. Pembagian *R* ke dalam 4 kategori, semakin besar nilai overlap maka semakin banyak nilai yang masuk ke dalam kategori D yaitu kategori mutu betonnya lebih baik. Hal ini berbanding lurus dengan kenyataan dimana semakin besar nilai overlap maka semakin kecil nilai *R* yang menunjukkan bahwa mutu beton semakin baik.
7. Nilai faktor risiko berdasarkan PBI 71 pasal 48 ayat 1 dibagi menjadi 3 kategori. Kategori hijau untuk mutu beton lebih besar sama dengan 80% dari mutu rencana, kategori kuning untuk mutu beton antara 50% dan 80% dari mutu rencana, dan kategori merah untuk mutu beton kurang dari 50% mutu rencana.
8. Berdasarkan pembagian kategori *R* menurut PBI 71 pasal 48 ayat 1, overlap 20% dan overlap 50% tidak relevan untuk beton dengan mutu K250 dan mutu K300. Hal ini ditunjukkan dengan batas kategori hijau, kategori kuning, dan kategori merah adalah sama. Sedangkan untuk mutu beton 45 Mpa, hanya overlap 50% saja yang tidak relevan. Semakin besar mutu beton maka nilai overlap yang relevan semakin besar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agunwamba, J.C. dan Adagba, T. (2012). "A Comparative Analysis of the Rebound Hammer and Ulstrasonic Pulse Velocity in Testing Concrete." *NIJOTECH. Vol. 31, No. 1, March, 2012, pp. 31-39.*
- Gupta, Pardep K., Gupta, Niharika, Singh, Amandeep (2015). "Case Study of Strength Evaluation of Structural Concrete Using Rebound Hammer Test." *The Indian Concrete Journal.* Agustus 2015
- Malek, M., Tumeo, M., Saliba, J. (2014). "Fuzzy Logic Approach to Risk Assessment Associated with Concrete Deterioration." *ASCE-ASME J. Risk Uncertainty Eng. Syst. Part A: Civ. Eng., 10.1061/AJRUA6.0000811, 04014004.*
- Proceq (1977). *Operating Instructions Concrete Test Hammer Types L and LR. Proceq SA Zurich.* Swiss.
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia. (1971). Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jenderal Ciptakarya, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Indonesia.
- Ross, Timothy J. (1997). *Fuzzy Logic With Engineering Applications. McGraw-Hill, Singapore.*