

Volume 17 Nomor 1 Mei 2022

ISSN : 1907 – 4352
E- ISSN : 2339 – 2975

JURNAL

PERMUKIMAN

Pemeriksaan Mutu Beton Terpasang Menggunakan
Pengujian Nondestruktif (NDT)

Egi Pratama, Yushar Kadir, Chandra Afride Siregar, Angga Arief Gumilang S

Paving Block Ramah Lingkungan Berbasis Lumpur dari
Instalasi Pengolahan Air minum

Eko Siswoyo, Akbar Hanifanur Prayitno. Noor Shofia Rahma

Ide Inovasi Teknologi Air Bersih dari Pelaksanaan
Program PAMSIMAS Di Kabupaten Kebumen,
Kabupaten Rembang dan Kepulauan Selayar

Yudha Pracastino Heston, Siti Haromin Aqsha, Eva Hapsari

Metode Analisis Diskriminan dalam Mengenali Karakteristik
Pemukimian Rumah Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR)

Yulinda Rosa

Investasi Modal Manusia dalam Pemberdayaan
Masyarakat Permukiman Kumuh Perkotaan

Fahmi Dinni, Elih Sudiapermana, Ade Sadikin Akhyadi

JURNAL PERMUKIMAN	VOL. 17	NO.1	HAL 1 – 56	BANDUNG MEI 2022	E-ISSN 2339 – 2975
Terakreditasi KEMENRISTEKDIKTI No : 21/E/KPT/2018 Peringkat 2 (S2)					

Akreditasi Jurnal Ilmiah Nomor: 21/E/KPT/2018, Tanggal 9 Juli 2018

Jurnal Permukiman ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah **TERAKREDITASI PERINGKAT 2**
Berdasarkan Kutipan Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia

Jurnal Permukiman merupakan majalah berkala yang memuat karya tulis ilmiah hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan di bidang permukiman meliputi kawasan perkotaan/ perdesaan, bangunan gedung yang berada di dalamnya, serta sarana dan prasarana yang mendukung perikehidupan dan penghidupan. Diterbitkan sejak tahun 1985 dengan nama Jurnal Penelitian Permukiman dan tahun 2006 berganti menjadi Jurnal Permukiman dengan frekuensi terbit dua kali dalam setahun setiap bulan Mei dan November.

- Pelindung : Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan
Penanggung Jawab : Kepala Sub Direktorat Data dan Pengembangan Sistem Informasi Permukiman
- Ketua merangkap anggota : Drs. Aris Prihandono, MSc. (*Bidang Teknologi Infrastruktur Permukiman*)
Anggota : Ir. Sri Darwati, MSc. (*Bidang Manajemen Lingkungan*)
Wahyu Sujatmiko, ST. MT. (*Bidang Teknik Fisika*)
- Mitra Bebestari : Prof. Dr. Ir. Bambang Subiyanto, M. Agr. (*Bidang Bahan Bangunan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*)
Prof. Ir. Iswandi Imran, MAsc. Ph. D. (*Bidang Rekayasa Struktur, Institut Teknologi Bandung*)
Dr. Ir. Tri Padmi (*Bidang Teknik Lingkungan, Profesional*)
Muhamad Abduh, Ph. D. (*Bidang Rekayasa Konstruksi, Institut Teknologi Bandung*)
Dr. Ir. Suprpto, MSc. FPE. (*Bidang Teknik Fisika, Profesional*)
Prof. Dr. Ir. Anita Firmanti, MT. (*Bidang Bahan Bangunan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*)
I Gede Nyoman Mindra Jaya, MSi. (*Bidang Statistik, Universitas Padjadjaran*)
Dr. Eng. Aris Aryanto, ST. MT. (*Bidang Bahan dan Rekayasa Struktur, Institut Teknologi Bandung*)
Dr. Yosafat Aji Pranata, ST. MT. (*Bidang Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha*)
Dr. Ir. Purnama Salura, MT. MBA. (*Bidang Arsitektur, Universitas Katolik Parahyangan*)
Prof. Dr. Andreas Wibowo, ST. MT. (*Bidang Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, Universitas Katolik Parahyangan*)
Prof. Dr. Ir. Arief Sabaruddin, CES. (*Bidang Perumahan dan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*)
Dr. Sri Astuti, MSA. (*Bidang Arsitektur, Universitas Komputer*)
Dr. Rizki Armanto Mangkuto, ST. MT. (*Bidang Teknik Fisika, Institut Teknologi Bandung*)
Adiwan Fahlan Aritenang, ST. MGIT. Ph. D. (*Bidang Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Bandung*)
Sarbidi, ST. MT. (*Bidang Teknik Lingkungan, Profesional*)
- Pemimpin Redaksi : Dra. Nursiah
Pelaksana : Dian Ariani, S.Si.
Dra. Roosdharmawati
Drs. Arif Sugiarto, MM.
Rindo Herdianto, S.IIP.
Meydina Fauzia A., S. Ptk.
- Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan
Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Jalan Panyawungan, Cileunyi Wetan, Kabupaten Bandung 40393
Tlp. 022-7798393 (4 saluran) Fax. 022-7798392
<http://jurnalpermukiman.pu.go.id>

Daftar Isi

Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi	iii
Pemeriksaan Mutu Beton Terpasang Menggunakan Pengujian Nondestruktif (NDT) dan Destruktif, Studi Kasus: Bangunan Beton Bertulang 4 Lantai <i>Concrete In-place Strength Assessment Utilizing Non-destructive Test (NDT) and Destructive Test, Case Study: 4 Stories Building</i> <i>Egi Pratama, Yushar Kadir, Chandra Afriade Siregar, Angga Arief Gumilang S.</i>	1 – 8
Paving Block Ramah Lingkungan Berbasis Lumpur dari Instalasi Pengolahan Air Minum <i>Environmentally Friendly Paving Block Based on Sludge of Drinking Water Treatment Plant</i> <i>Eko Siswoyo, Akbar Hanifanur Prayitno. Noor Shofia Rahma</i>	9 – 15
Ide Inovasi Teknologi Air Bersih dari Pelaksanaan Program PAMSIMAS Di Kabupaten Kebumen, Kabupaten Rembang dan Kepulauan Selayar <i>Ideas of Clean Water Technology Innovation from PAMSIMAS Program Implementation in Kebumen District, Rembang District, and Selayar Island District</i> <i>Yudha Pracastino Heston, Siti Haromin Aqsha, Eva Hapsari</i>	16 – 27
Metode Analisis Diskriminan dalam Mengenal Karakteristik Penghunian Rumah Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) <i>Discriminant Analysis Methods in Recognizing the Occupancy Characteristics Houses of Low Income Society</i> <i>Yulinda Rosa</i>	28 – 40
Investasi Modal Manusia dalam Pemberdayaan Masyarakat Permukiman Kumuh Perkotaan <i>Human Capital Investment in Empowerment of Urban Slum Communities</i> <i>Fahmi Dinni, Elih Sudiapermana, Ade Sadikin Akhyadi</i>	41 – 49
Kumpulan Abstrak	50 – 55
Indeks Subjek	56

Pengantar Redaksi

Segenap rasa syukur dipanjatkan karena atas izin-Nya kami dapat menyelesaikan penerbitan Jurnal Permukiman edisi pertama tahun 2022. Beberapa bahasan dalam terbitan ini berkaitan dengan pemeriksaan mutu beton, pemanfaatan limbah lumpur PDAM, inovasi teknologi air bersih, penggunaan metode analisis diskriminan dalam mengenali karakteristik penghunian rumah masyarakat berpenghasilan rendah, dan pemberdayaan masyarakat permukiman kumuh di perkotaan.

‘Pemeriksaan Mutu Beton Terpasang Menggunakan Pengujian Nondestruktif (NDT) dan Destruktif, Studi Kasus : Bangunan Beton Bertulang 4 Lantai’ yang dibahas oleh Egi Pratama, Yushar Kadir, Chandra Afriade Siregar, dan Angga Arief Gumilang dibutuhkan jika suatu bangunan eksisting akan dilakukan renovasi terkait perubahan atau penambahan beban layan yang harus ditahan, serta diperlukan pula untuk penyusunan Sertifikat Laik Fungsi (SLF).

Limbah lumpur dari instalasi pengolahan air minum dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran pembuatan paving block dengan memenuhi uji mutu yang berlaku dan memiliki nilai ekonomis. Eko Siswoyo, Akbar Hanifanur Prayitno, dan Noor Shofia Rahma memaparkannya dalam tulisan yang berjudul ‘Paving Block Ramah Lingkungan Berbasis Lumpur dari Instalasi Pengolahan Air Minum’.

Berkaitan dengan pilihan teknologi tepat guna penyediaan air minum, PAMSIMAS akan mempertimbangkan faktor yang mempengaruhi pilihan teknologi, seperti : ketersediaan jenis sumber air baku yang akan dimanfaatkan, jumlah biaya yang dibutuhkan serta kemampuan dan kemauan masyarakat untuk memberikan kontribusi pembangunan, kompleksitas teknologi dan persiapan masyarakat mengelola teknologi yang ada, nilai manfaat, kemudahan penggunaan dan kesinambungan terhadap opsi teknis yang dipilih. Tulisan tentang ‘Ide Inovasi Teknologi Air Bersih dari Pelaksanaan Program PAMSIMAS di Kabupaten Kebumen, Kabupaten Rembang, dan Kepulauan Selayar’ tersebut disusun oleh Yudha Pracastino Heston, Siti Haromin Aqsha, dan Eva Hapsari.

Metode Analisis Diskriminan Dalam Mengenali Karakteristik Penghunian Rumah Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR)’ ditulis oleh Yulinda Rosa dengan tujuan mengenali atau mengetahui karakteristik MBR untuk beberapa status tinggal suatu keluarga dalam suatu rumah sesuai dengan perkembangan sosial dan ekonominya.

Tulisan penutup membahas tentang ‘Investasi Modal Manusia Dalam Pemberdayaan Masyarakat Permukiman Kumuh Perkotaan’ disusun oleh Fahmi Dinni, Elih Sudiapermana, dan Ade Sadikin Akhyadi. Ditemukan karakteristik masyarakat permukiman kumuh perkotaan yang kurang memperhatikan kualitas diri dan membuat kawasan tempat tinggalnya semakin tidak layak huni. Oleh karenanya diperlukan strategi pemberdayaan masyarakat dengan pendekatan investasi modal manusia sebagai salah satu upaya dalam peningkatan kualitas permukiman.

Selamat Membaca.

Bandung, Mei 2022
Redaksi

UCAPAN TERIMA KASIH

Redaksi pelaksana Jurnal Permukiman mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi, khususnya para Mitra Bestari Jurnal Permukiman Volume 17 Nomor 1 Mei 2022 :

1. Dr. Sri Astuti, MSA.
2. Dr. Ir. Tri Padmi
3. Dr. Eng. Aris Aryanto, ST. MT.
4. I Gede Nyoman Mindra Jaya, MSi.

PEMERIKSAAN MUTU BETON TERPASANG MENGGUNAKAN PENGUJIAN NONDESTRUKTIF (NDT) DAN DESTRUKTIF, STUDI KASUS: BANGUNAN BETON BERTULANG 4 LANTAI

Concrete In-place Strength Assessment Utilizing Non-Destructive Test (NDT) and Destructive Test, Case Study: 4 Stories Building

Egi Pratama¹, Yushar Kadir¹, Chandra Afriade Siregar¹, Angga Arief Gumilang S.²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP,
Jalan PHH Mustopa No. 68 Bandung

²Balai Bahan dan Struktur Bangunan Gedung, Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jalan Panyawungan Cileunyi Wetan Kab. Bandung 40393

Email : egi.pratama@pu.go.id, yushar.kadir@usbypkp.ac.id,
chandra.afriade@usbypkp.ac.id, anggaariefgs@pu.go.id

Diterima : 28 Februari 2022; Disetujui : 28 April 2022

Abstrak

Pemeriksaan mutu beton terpasang dapat dilakukan dengan menggunakan metode destruktif maupun nondestruktif. Pengujian destruktif mutu beton terpasang yang umum dilakukan adalah pengambilan sampel core drill. Sementara itu pengujian nondestruktif dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti hammer test, UPV test, pull out test, dll. Namun demikian pengujian nondestruktif tidak dapat langsung digunakan untuk mengkuantifikasi kuat tekan beton terpasang dilakukan pengkorelasian data secara valid. Dalam penelitian ini dilakukan pemeriksaan mutu beton terpasang dengan menggunakan pengujian destruktif yaitu pengambilan sampel core serta pengujian nondestruktif menggunakan hammer test. Studi kasus dilakukan pada bangunan objek kajian berupa bangunan dengan struktur rangka beton bertulang 4 lantai yang dibangun pada tahun 1987. Jumlah sampel hammer test yang diambil adalah sebanyak 32 buah, dimana 13 diantaranya dilengkapi dengan pengambilan sampel core. Dari 13 data irisan sampel core dan hammer test tersebut dilakukan penyusunan kurva strength relationship yang merupakan hubungan korelasi antara nilai Rebound hammer test terhadap kuat tekan beton. Dari persamaan korelasi yang diperoleh selanjutnya dapat dilakukan pengkonversian seluruh data nilai Rebound hasil hammer test terhadap kuat tekan beton terpasang sehingga jumlah sampel pengujian pada bangunan objek kajian menjadi lebih banyak jika dibandingkan dengan hanya menggunakan sampel core saja. Hasil analisis dan interpretasi terhadap data hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat tekan beton ekuivalen terpasang pada bangunan objek kajian adalah sebesar $\bar{f}_c = 12.21$ MPa, dengan nilai kuat tekan pada 10-persentil fractile yang dihitung menggunakan Tolerance factor method (Hindo dan Bergstorm, 1985) dan Alternate method (Bartlett dan MacGregor, 1995) berturut-turut adalah $f'_{c,eq.1} = 5.37$ MPa dan $f'_{c,eq.2} = 8.87$ MPa.

Kata Kunci: Pengujian destruktif, pengujian nondestruktif, core drill, hammer test, korelasi uji nondestruktif

Abstract

Assessment of in-place strength of concrete can be carried out using destructive or non-destructive methods. Taking core drill sample is common type of concrete destructive test. Meanwhile, nondestructive test can be conducted by several methods such as hammer test, UPV test, pull out test, etc. However, nondestructive test cannot be directly used to quantify the compressive in-place strength of the concrete unless a valid correlation is established. In this study, the concrete in-place strength were assessed utilizing core drill as destructive test and hammer test as nondestructive test. A case study was conducted on the object of the study in the form of a 4-story building with reinforced concrete structure built in 1987. The number of hammer test samples taken was 32 units, of which 13 were equipped with core sampling. From the 13 core and hammer test slice data, a strength relationship curve was established as the correlation relationship between the rebound hammer test value and the concrete compressive strength. From the correlation equation obtained, all the rebound value datas from the hammer test then can be converted to the in-place strength of the concrete so that there are more samples obtained in the study than using core samples only. The results of the analysis and interpretation of the test data show that the average value of the concrete equivalent in-place strength in the study object

building is $\bar{f}_c = 12.21 \text{ MPa}$, with its 10% fractile value calculated by Tolerance factor method (Hindo dan Bergstorm, 1985) and Alternate method (Bartlett dan MacGregor, 1995) respectively are $f'_{c,eq,1} = 5.37 \text{ MPa}$ and $f'_{c,eq,2} = 8.87 \text{ MPa}$.

Keywords: Destructive test, nondestructive test, core drill, hammer test, nondestructive test correlation

PENDAHULUAN

Beton bertulang merupakan salah satu material yang banyak digunakan sebagai sistem struktur infrastruktur sipil seperti bendungan, jembatan, sistem penahan tanah, serta bangunan gedung. Seiring dengan bertambahnya umur bangunan, terdapat kemungkinan bahwa material beton telah mengalami degradasi mutu. Oleh karena itu, diperlukan suatu pemeriksaan mutu beton pada bangunan eksisting, yang kebutuhannya akan semakin mendesak jika suatu bangunan eksisting akan dilakukan renovasi berkaitan dengan perubahan ataupun penambahan beban layan yang harus ditahan. Selain itu pemeriksaan mutu beton juga biasanya diperlukan untuk keperluan penyusunan Sertifikat Laik Fungsi (SLF) pada bangunan eksisting.

Pemeriksaan mutu beton terpasang suatu konstruksi ini bisa dilakukan dengan nondestruktif (NDT) dan destruktif. Beberapa contoh pengujian NDT antara lain adalah pengujian palu beton (*Hammer Test*), pengujian UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*), *Pull Out Test*, dll. Pengujian secara NDT sifatnya tidak mengukur langsung properti kuat tekan beton, melainkan mengukur beberapa properti tertentu pada material. Sementara itu pengujian destruktif yang umum dilakukan pada material beton adalah pengambilan sampel beton inti (*core drill*) yang memberikan nilai kuat tekan beton terpasang aktual.

Salah satu pedoman yang menerangkan cara pengujian mutu beton terpasang sekaligus metode dalam mengolah dan menganalisis data hasil pengujian destruktif dan nondestruktif diantaranya adalah ACI 214.4R-10 dan ACI 228.1R-19.

Dalam ACI 228.1R-19 dijelaskan bahwa untuk mengkuantifikasi perkiraan mutu beton terpasang menggunakan pengujian nondestruktif, perlu dilakukan pengkorelasikan data yang valid. Secara analisis statistik, hal ini dapat dilakukan dengan membuat kurva korelasi antara nilai hasil pengujian nondestruktif terhadap kuat tekan beton yang diperoleh dari hasil uji tekan sampel *core*.

Banyak peneliti melakukan penelitian terkait metode dalam memperkirakan mutu beton terpasang berdasarkan nilai angka pantul hasil uji palu beton (*hammer test*). Tegangan yang terjadi

pada spesimen beton mutu tinggi dapat mempengaruhi nilai angka pantul pada beton (Brozovsky dan Bodnarova 2019). Perbedaan dari komposisi spesimen beton yang diuji dapat mempengaruhi secara signifikan hasil perkiraan kuat tekan beton terpasang, oleh karena itu dianjurkan agar hubungan korelasi harus dibentuk untuk setiap pekerjaan beton yang berbeda (Atoyabi et al. 2019). Semakin besar nilai angka pantul palu beton menunjukkan perkiraan mutu beton terpasang yang lebih tinggi (Rahim, Shahidan, Lee, Bahari, Rahman, dan Ayob 2020). Pada umumnya, hubungan korelasi antara angka pantul hasil uji palu beton terhadap kuat tekan beton aktual dibentuk secara statistik dengan cara membuat garis regresi (Hajjeh 2012; Rojas-Henao et al. 2012; El Mir dan Nehme 2017; Xu dan Li 2018; Kocab et al. 2019).

Dalam penelitian ini, akan dilakukan pemeriksaan/asesmen mutu beton terpasang pada suatu bangunan dengan struktur rangka beton bertulang empat lantai yang dibangun pada tahun 1987. Pelaksanaan pemeriksaan mutu beton akan dilakukan dengan menggunakan kombinasi pengujian destruktif (pengambilan sampel *core drill*) dan pengujian nondestruktif dengan metode *hammer test*.

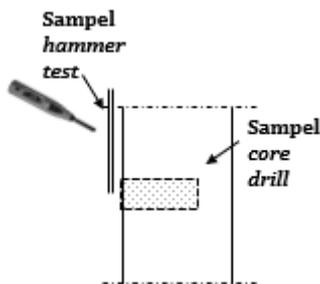
METODE

Penelitian ini diawali dengan penentuan lokasi dan jumlah sampel *core drill* maupun *hammer test* yang akan diambil dengan memperhatikan ketentuan jumlah minimum sampel serta pertimbangan sebaran titik-titik sampel pada struktur bangunan objek kajian. Jumlah sampel *hammer test* diambil sebanyak dua kali jumlah sampel *core drill* dimana seluruh sampel *core drill* dilengkapi dengan sampel *hammer test*.

Selanjutnya data hasil pengujian diobservasi untuk memastikan bahwa semua data yang diperoleh valid dan dapat digunakan. Pelaksanaan observasi data tersebut meliputi identifikasi *outlier* serta pengelompokan data berdasarkan *student's t-test*. Proses identifikasi *outlier* mengikuti prosedur yang ditentukan dalam ASTM E178-16.

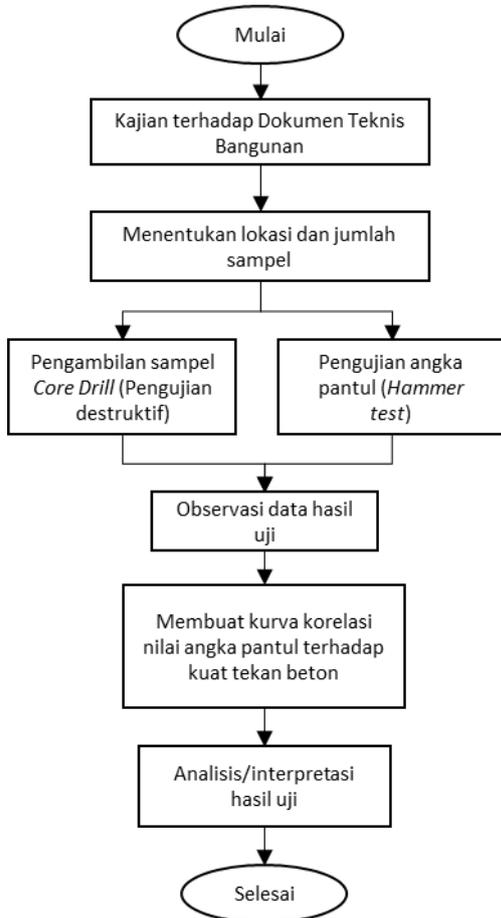
Setelah observasi data dilakukan, maka dilakukan penyusunan kurva *strength relationship* antara hasil

uji *hammer test* terhadap properti kuat tekan beton dengan cara membuat garis regresi hubungan korelasi nilai rata-rata angka *Rebound hammer test* terhadap nilai kuat tekan beton dari hasil uji kuat tekan sampel *core drill* pada titik/lokasi yang bersamaan. Hal ini diilustrasikan pada gambar 1.



Gambar 1 Ilustrasi Lokasi Sampel *Core Drill* dan *Hammer Test* pada Lokasi yang Berurutan untuk Membuat Kurva *Strength Relationship*

Dengan diketahuinya kurva *strength relationship* maka seluruh nilai hasil *hammer test* dapat dikorelasikan terhadap kuat tekan beton. Dengan demikian akan diperoleh jumlah sampel perkiraan



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

kuat tekan beton yang lebih banyak dibandingkan jika hanya mengandalkan jumlah sampel *core drill* saja.

Seluruh data nilai hasil perkiraan mutu beton terpasang (*in-place strength*) kemudian dianalisis untuk menentukan nilai 10-persentil *fractile* (nilai kuat tekan beton *lower-bound*) berdasarkan kaidah dalam ACI 214.4R-10 dan ACI 228.1R-19. Secara umum alur penelitian tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Sampel *Core*

Pengambilan sampel *core drill* dilakukan sesuai metode yang ditentukan dalam SNI 2492:2018. Dalam penelitian ini diambil 13 buah sampel *core* yang terdiri atas 7 sampel pada komponen kolom dan 6 sampel komponen balok. Hasil uji tekan tiap sampel *core* menghasilkan nilai kuat tekan *core*, atau disebut f_{core} . Identifikasi *outlier* terhadap data tersebut dilakukan sesuai metode yang dijelaskan dalam ASTM E178-16. Dari hasil pemeriksaan tersebut diketahui tidak ada *outlier* pada seluruh data hasil uji tekan sampel *core* sehingga semua data dapat digunakan. Uraian pemeriksaan data *outlier* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Pemeriksaan Data *Outlier* pada Sampel *Core*

No.	f_c core (MPa)	T_n	<i>Outlier</i>
1	3.88	1.27	No
2	10.52	0.09	No
3	11.12	0.21	No
4	6.57	0.72	No
5	5.67	0.90	No
6	9.03	0.22	No
7	16.38	1.28	No
8	7.03	0.63	No
9	9.71	0.08	No
10	18.84	1.78	No
11	8.52	0.32	No
12	5.63	0.91	No
13	18.38	1.69	No

Mutu beton rencana pada bangunan objek kajian tidak diketahui karena dokumen teknis bangunan tidak tersedia sehingga tidak diketahui apakah komponen balok dan kolom direncanakan menggunakan mutu beton yang sama atau berbeda. Untuk mengetahui apakah data kekuatan beton sampel *core* memiliki kesamaan secara statistik,

dapat dilakukan analisis *student's t-test*. Analisis tersebut dilakukan dengan cara menghitung nilai statistik *t* yang merepresentasikan perbandingan nilai rata-rata dan standar deviasi dari masing-masing kelompok data yang diuji, sesuai Persamaan (1) dan (2). Hasil perhitungan nilai *t* ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Analisis *Student's T-Test* pada Sampel *Core Drill*

	Balok	Kolom
Mean (MPa)	11.46	8.93
Variance	27.02	22.33
Stdv	5.20	4.73
n	6	7
<i>dof</i> = $n_1 + n_2 - 2 = 11$		
<i>t</i> = 0.957		
<i>S_p</i> = 4.735		

Mengacu pada tabel distribusi nilai *critical values of t* seperti ditunjukkan pada tabel 3, dengan jumlah *dof* sebesar 11 dan mengambil nilai *significanel* sebesar 5% maka diperoleh nilai *critical values* adalah sebesar 2.201. Karena nilai $t = 0.957 < Critical\ values = 2.201$, maka dapat disimpulkan bahwa secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan antara data kelompok kuat tekan balok dan kolom, sehingga kedua data tersebut dapat digabung.

$$t = \frac{|\bar{x}_2 - \bar{x}_1|}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \dots\dots\dots (1)$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)}} \dots\dots\dots (2)$$

Tabel 3 *t Distribution : Critical Values of t*

<i>Degrees of freedom</i>	<i>Significance Level</i>					
	20% (0.20)	10% (0.10)	5% (0.05)	2% (0.02)	1% (0.01)	0.1% (0.001)
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073

dst

Selanjutnya dari nilai kuat tekan sampel *core* tersebut dihitung nilai kuat tekan beton terpasang ekuivalen, *f_c*, menggunakan Persamaan (3) sesuai kaidah dalam ACI 214.4R-10. Pada persamaan tersebut, *F_{l/d}*, *F_{dia}*, dan *F_{mc}*, dan *F_d* berturut-turut adalah faktor koreksi kekuatan untuk pengaruh rasio *l/d*, diameter, kondisi kelembaban, serta pengaruh kerusakan sampel yang timbul akibat proses pengeboran. Hasil perhitungan kuat tekan beton terpasang ekuivalen, *f_c*, ditunjukkan pada tabel 4. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata *f_c* dari keseluruhan sampel adalah 10.97 MPa.

$$f_c = F_{l/d} F_{dia} F_{mc} F_d f_{core} \dots\dots\dots (3)$$

Tabel 4 Hasil Uji Tekan Sampel *Core* dan Perhitungan Nilai Kuat Tekan Beton Terpasang Ekuivalen, *f_c*

No.	Komponen	Lantai	Lokasi	<i>f_{core}</i> (MPa)	<i>l/d</i>	<i>F_{l/d}</i>	<i>F_{dia}</i>	<i>F_{mc}</i>	<i>F_d</i>	<i>f_c</i> (MPa)
1	Kolom	4	2-D	3.88	1.79	0.99	1.03	1.00	1.06	4.21
2	Kolom	4	2-C	10.52	1.80	0.99	1.03	1.00	1.06	11.43
3	Balok	Atap	D-2,3	11.12	1.77	0.99	1.03	1.00	1.06	12.06
4	Kolom	3	2-D	6.57	1.81	1.00	1.03	1.00	1.06	7.15
5	Balok	Atap	C-2,3	5.67	1.79	0.99	1.03	1.00	1.06	6.15
6	Kolom	3	2-C	9.03	1.75	0.99	1.03	1.00	1.06	9.79
7	Balok	4	D-2,3	16.38	1.79	0.99	1.03	1.00	1.06	17.79
8	Balok	4	E,F-2	7.03	1.80	0.99	1.03	1.00	1.06	7.63
9	Balok	3	D-2,3	9.71	1.79	0.99	1.03	1.00	1.06	10.54
10	Balok	2	D-2,3	18.84	1.82	1.00	1.03	1.00	1.06	20.49
11	Kolom	2	2-D	8.52	1.79	0.99	1.03	1.00	1.06	9.25
12	Kolom	3	2-F	5.63	1.79	0.99	1.03	1.00	1.06	6.12
13	Kolom	1	2-D	18.38	1.79	0.99	1.03	1.00	1.06	19.96
Mean										10.97
Min										4.21
Max										20.49
Stdev										5.34

Tabel 5 Data Nilai Angka *Rebound* Hasil *Hammer Test*

No.	R rata2	Komponen	Lt	Lokasi	No.	R rata2	Komponen	Lt	Lokasi
1	31.70	Kolom	4	D-2	17	38.60	Balok	4	D-2,3
2	35.79	Kolom	4	A-2	18	34.58	Kolom	3	C-2 (2)
3	26.85	Kolom	4	C-2	19	39.85	Balok	3	D-2,3
4	32.58	Balok	Atap	D-2,3	20	39.53	Balok	3	D-1,2
5	36.42	Balok	Atap	C-1,2	21	41.25	Balok	3	D,E-2
6	35.00	Kolom	4	H-1	22	37.89	Balok	3	C,D-2
7	33.56	Balok	Atap	H,G-1	23	44.63	Kolom	2	A-2
8	34.00	Balok	Atap	C-2,3	24	35.76	Kolom	2	D-2
9	37.18	Balok	4	D-1,2	25	45.29	Kolom	1	D-2
10	37.30	Kolom	3	F-1	26	42.65	Kolom	1	E-2
11	29.65	Kolom	3	F-2	27	44.53	Balok	2	D-1,2
12	35.45	Balok	4	F-1,2	28	41.63	Balok	2	D-2,3
13	37.17	Balok	4	D,E-2	29	44.77	Kolom	2	C-2
14	36.24	Balok	4	E,F-2	30	28.53	Kolom	3	E-2
15	39.35	Kolom	3	D-2 (2)	31	41.19	Balok	2	F-2,3
16	36.18	Balok	4	F,G-1	32	45.82	Kolom	1	G-2

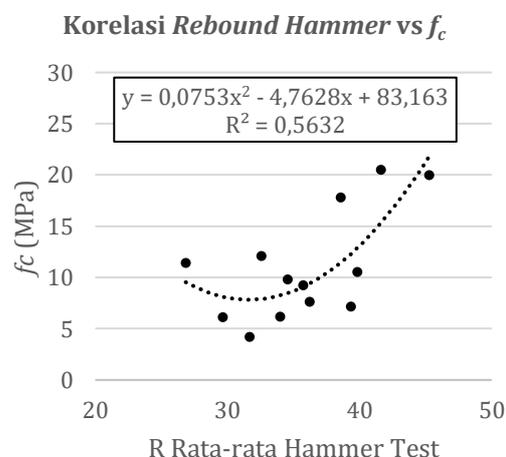
Hasil *Hammer Test*

Pengujian nilai pantul permukaan beton/*hammer test* dilakukan terhadap 32 titik sampel yang meliputi komponen balok dan kolom dimana 13 diantaranya merupakan titik pengambilan sampel *core drill*. Pelaksanaan *hammer test* dilakukan sesuai metode dalam SNI ASTM C805:2012. Pemeriksaan data *outlier* dilakukan dengan cara yang sama seperti yang dilakukan terhadap sampel *core drill*. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa tidak ada *outlier* pada data hasil *hammer test*. Data hasil *hammer test* tersebut dapat dilihat pada tabel 5.

Korelasi Nilai *Rebound Hammer* terhadap Kuat Tekan Beton

Sebagaimana dijelaskan dalam ACI 228.1R-19, agar nilai hasil pengujian beton secara nondestruktif dapat digunakan untuk memperkirakan mutu beton terpasang secara kuantitatif, maka perlu dibuat suatu kurva *strength relationship*. Dengan menggunakan irisan data nilai kuat tekan sampel *core* dan nilai *Rebound hammer test* pada titik yang sama, dapat disusun kurva *strength relationship* berupa garis regresi/korelasi hubungan antara nilai *Rebound hammer test* terhadap nilai kuat tekan beton. Dalam penelitian ini, diperoleh kurva korelasi berupa garis regresi nonlinear kuadratik seperti ditunjukkan pada gambar 3 dimana sumbu-x menunjukkan nilai rata-rata *Rebound hammer* tiap titik sampel dan sumbu-y menunjukkan nilai f_{core} yang sudah dikonversi menjadi f_c menggunakan Persamaan (3).

Selanjutnya dari kurva korelasi/persamaan regresi yang telah diperoleh, maka seluruh data nilai



Gambar 3 Korelasi Nilai *Rebound Hammer* vs f_c

Rebound hammer test dapat dikonversikan menjadi nilai kuat tekan beton sebagaimana ditunjukkan pada tabel 6. Dari seluruh data nilai *Rebound hammer test* yang sudah dikorelasikan terhadap kuat tekan beton, diperoleh nilai rata-rata perkiraan f_c sebesar 12.21 MPa.

Interpretasi Hasil Pengujian

Analisis atau interpretasi hasil pengujian mutu beton terpasang di lapangan tidak hanya sebatas perhitungan nilai rata-rata saja. Data hasil pengujian tersebut dapat dianalisis lebih jauh salah satunya dengan menentukan nilai *lower-bound* atau 10-persentil *fractile* yang ekuivalen dengan properti mutu beton rencana *specifeied*, f_c' .

Dalam penelitian ini perhitungan nilai mutu beton *lower-bound* mengacu pada ACI 214.4R-10 yang

Tabel 6 Perkiraan Nilai f_c Berdasarkan Nilai *Rebound Hammer*

No.	R rata2	f_c (MPa)	No.	R rata2	f_c (MPa)
1	31.70	7.85	17	38.60	11.51
2	35.79	9.16	18	34.58	8.51
3	26.85	9.57	19	39.85	12.94
4	32.58	7.92	20	39.53	12.56
5	36.42	9.58	21	41.25	14.83
6	35.00	8.71	22	37.89	10.80
7	33.56	8.13	23	44.63	20.59
8	34.00	8.27	24	35.76	9.14
9	37.18	10.17	25	45.29	21.92
10	37.30	10.27	26	42.65	17.00
11	29.65	8.14	27	44.53	20.39
12	35.45	8.95	28	41.63	15.39
13	37.17	10.16	29	44.77	20.86
14	36.24	9.45	30	28.53	8.57
15	39.35	12.35	31	41.19	14.73
16	36.18	9.41	32	45.82	23.02
			Mean	12.21	
			Min	7.85	
			Max	23.02	
			Stdev	4.64	

didalamnya menjelaskan dua metode analisis yaitu *Tolerance factor method* (Hindo dan Bergstorm, 1988) yang diuraikan pada Pasal 9.4.1 dan *Alternate method* (Bartlett dan MacGregor, 1995) yang diuraikan dalam Pasal 9.4.2. Dalam ACI 214.4R-10 nilai mutu *lower-bound* ini disebut dengan terminologi kuat tekan beton desain ekuivalen, $f'_{c,eq}$. Dalam proses perhitungan $f'_{c,eq}$ untuk kedua metode diperlukan nilai standar deviasi sampel, s_c serta standar deviasi yang timbul dari pengaruh empat faktor koreksi yang digunakan perhitungan nilai kuat tekan beton ekuivalen (f_c), yang dinotasikan dengan s_a . Perhitungan s_a dan s_c ditunjukkan pada tabel 7.

Perhitungan nilai $f'_{c,eq}$ berdasarkan *Tolerance Factor Method* diuraikan pada tabel 8. Parameter K dan Z diketahui dari tabel 9.2 dan tabel 9.3 ACI 214.4R-10 dengan mengambil angka tingkat kepercayaan 75%. Pengambilan angka tingkat kepercayaan tersebut dilakukan berdasarkan rekomendasi Hindo dan Bergstorm (1985) bahwa untuk bangunan biasa (*ordinary structure*) maka cukup mengambil tingkat kepercayaan 75%. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai $f'_{c,eq}$ berdasarkan *Tolerance Factor Method* adalah sebesar 5.37 MPa.

Sementara itu perhitungan nilai $f'_{c,eq}$ berdasarkan *Alternate Method* diuraikan pada tabel 9. Pendekatan yang dilakukan pada metode ini adalah menghitung terlebih dahulu nilai perkiraan *lower-*

bound dari rata-rata data kuat tekan beton, $(\bar{f}_c)_{CL}$ kemudian dikalikan dengan suatu faktor C berdasarkan Tabel 9.5 ACI 214.4R-10. Nilai tingkat kepercayaan yang digunakan dalam metode ini adalah 90% karena mempertimbangkan rekomendasi dari Bartlett dan MacGregor (1995) untuk kondisi konservatif dan penggunaan umum (*general use*). Dari hasil perhitungan diperoleh nilai $f'_{c,eq}$ berdasarkan *Alternate Method* adalah sebesar 8.87 MPa. Rekap data statistik dan analisis hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 10. Dalam penelitian ini, nilai f_c rata-rata dapat diambil dari hasil *hammer test* yang sudah dikorelasikan terhadap kuat tekan beton. Penggunaan nilai dari hasil *hammer test* ini memberikan keuntungan yaitu jumlah sampel yang lebih banyak sehingga lebih mewakili kondisi beton dari objek kajian.

Dari kedua metode perhitungan $f'_{c,eq}$ yang digunakan, terlihat bahwa *Alternate Method* memberikan hasil yang lebih besar. Berkaitan dengan hal ini, Bartlett dan MacGregor (1995) menjelaskan bahwa *Tolerance Factor Method* bisa jadi terlalu konservatif karena pengujian sampel *core* di lapangan menaksir terlalu tinggi variabilitas kuat tekan beton terpasang yang sesungguhnya. Dengan demikian $f'_{c,eq}$ menjadi terlalu rendah karena parameter s_c yang digunakan terlalu tinggi.

Tabel 7 Parameter s_a dan s_c untuk Menghitung $f'_{c,eq}$

Parameter s_a dan s_c		
Keterangan Sampel :	Hasil korelasi hammer test	
Standar deviasi sampel, s_c (MPa)	=	4.64
Berdasarkan Tabel 9.1 ACI 214.4R-10		
Koefisien variansi, $V_{l/d}$	l/d	= 1.75
	$V_{l/d}$	= 0.16%
Koefisien variansi, V_{dia}	=	5.90%
Koefisien variansi, V_{mc}	=	2.50%
Koefisien variansi, V_d	=	2.50%
Standar deviasi pengaruh koreksi, s_a	=	0.84

Tabel 8 Perhitungan $f'_{c,eq}$ dengan *Tolerance Factor Method*

Nilai $f'_{c,eq}$ (<i>Tolerance factor method</i>)		
ACI 214.4R-10 (Ch 9.4.1)		
Keterangan Sampel :	Hasil korelasi hammer test	
Utk n = 32	, tingkat kepercayaan	75% , K = 1.47
Z-factor (Natrella, 1963)		, Z = 0.67
$f'_{c,eq} = \bar{f}_c - \sqrt{(Ks_c)^2 + (Zs_a)^2}$ (MPa) = 5.37		

Tabel 9 Perhitungan $f'_{c,eq}$ dengan *Alternate Method*

Nilai $f'_{c,eq}$ (<i>Alternate method</i>)	
ACI 214.4R-10 (Ch 9.4.2)	
Keterangan Sampel :	<i>Hasil korelasi hammer</i>
Untuk n = 32, tingkat kepercayaan 90%,	T = 1.32
Asumsi : Many batches of concrete,	C = 0.83
Rekomendasi Bartlett untuk General Use,	Z = 1.28
$(\bar{f}_c)_{CL} = \bar{f}_c - \sqrt{\frac{(Ts_c)^2}{n} + (ZS_a)^2}$ (MPa)	= 10.69
$f'_{c,eq} = C(\bar{f}_c)_{CL}$ (MPa)	= 8.87

Tabel 10 Rekapitulasi Data Hasil Analisis Pengujian

	f_c CD* (MPa)	f_c HT** (MPa)	Catatan
n sampel	13	32	<i>Hasil hammer test diperoleh dari kurva korelasi nilai R rata2 terhadap kuat tekan.</i>
Maks	20.49	23.02	
Min	4.21	7.85	
Std. Dev.	5.34	4.64	
Rata-rata	10.97	12.21	
Analisis $f'_{c,eq}$ (Nilai 10-persentil <i>fractile</i>)			
$f'_{c,eq,1}$	-	5.37	ACI 214R-10 (Ch 9.4.1)
$f'_{c,eq,2}$	-	8.87	ACI 214R-10 (Ch 9.4.2)

Keterangan :

* Rekapitulasi nilai f_c berdasarkan sampel *core drill*

** Rekapitulasi nilai f_c berdasarkan sampel *hammer test*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *core drill* dan *hammer test*, dapat diambil nilai kuat tekan beton ekivalen terpasang rata-rata sebesar $\bar{f}_c = 12.21$ MPa dengan nilai 10-persentil *fractile* yang dihitung berdasarkan *Tolerance factor method* dan *Alternate method* masing-masing sebesar $f'_{c,eq,1} = 5.37$ MPa dan $f'_{c,eq,2} = 8.87$ MPa. Dari proses observasi data seluruh hasil pengujian, diketahui tidak ada data *outlier* sehingga semua data dapat digunakan. Hasil pengujian menunjukkan nilai mutu beton eksisting pada bangunan objek kajian tergolong cukup rendah sehingga diperlukan analisis struktur bangunan lebih lanjut menggunakan data properti material beton hasil dari penelitian ini untuk menjamin keandalan strukturnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu peneliti

mengucapkan terimakasih kepada Balai Bahan dan Struktur Bangunan Gedung, Kementerian PUPR dan segenap tim teknis pelaksana investigasi lapangan yang telah berkontribusi dalam pengumpulan data dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI. 2010. ACI 214.4R-10 Guide for Obtaining Cores and Interpreting Compressive Strength Results. Michigan: ACI.
- ACI. 2019. ACI 228.1R-19: Report on Methods for Estimating In-Place Concrete Strength. ACI 228.1R-19: Report on Methods for Estimating In-Place Concrete Strength. Michigan: ACI.
- ASTM. 2016. ASTM E178-16 Standard Practice for Dealing With Outlying Observations. Pennsylvania : ASTM.
- Atoyebi, Ayanrinde, Oluwafemi. 2019. "Reliability Comparison of Schmidt Rebound Hammer as a Non-Destructive Test wit Compressive Strength Tests for different Concrete Mix." International Conference on Engineering for Sustainable World. doi:10.1088/1742-6596/1378/3/032096
- Bartlett, F. Michael, dan James G. MacGregor. 1994. "Effect of Core Length-to-Diameter Ratio on Concrete Core Strengths." ACI Materials Journal 91 (4): 339-48. <https://doi.org/10.14359/4042>.
- Brozovsky, Bodnarova, Brozovsky jr. 2019 "Rebound Hammer Tests of High-Strengt Concrete: Effects of Internal Stress and the Shape of the Impact Area of the Tes Specimens on the Measurement Results."
- BSN. 2019. SNI 2847 : 2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: BSN.
- BSN. 2012. SNI ASTM C805:2012 Metode Uji Angka Pantul Beton Keras (ASTM C 805-02, IDT). Jakarta: BSN.
- BSN. 2018. SNI 2492:2018 Metode Pengambilan Dan Pengujian Inti Beton Hasil Pemboran Dan Balok Beton Hasil Pemoangan (ASTM C42/C42M-13, IDT). Jakarta: BSN.
- Cook, James E, David J Akers, William L Barringer, F Michael Bartlett, Jerrold L Brown, Alejandro Graf, dan Jerry Parnes. 2003. "Guide for Obtaining Cores and Interpreting Compressive Strength Results." Society, 1-16.
- El Mir, A., dan Nehme, S. G. (2017). "Repeatability of the rebound surface hardness of concrete with alteration of concrete parameters."

- Construct. Build. Mater. 131: 317–326.
doi:10.1016/j.conbuildmat.2016.11.085
- Hindo, K.R., dan W.R Bergstorm. 1985. “Statistical Evaluation of the In-Place Compressive Strength of Concrete.” *Concrete International* 7 (2, Feb): 44–48.
- Kocáb, D., Misák, P., dan Cikrle, P. (2019). “Characteristic curve and its use in determining the compressive strength of concrete by the rebound hammer test.” *Materials* 12 (17): 2705. doi:10.3390/ma12172705
- Parman, Vatukiya, Zala, dan Gohil. 2017. “NON-DESTRUCTIVE TESTING BY REBOUND HAMMER METHOD.” *International Journal for Research Trends and Innovation Vol 2, Issue 4. Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 63(1): 215–221. <https://doi.org/10.3311/PPci.11966>
- Rahim, Shahidan, Onn, Bahari, Rahman, dan Ayob. 2020. “The Behavior of Non-Destructive Test for Different Grade of Concrete.” *The International Journal of Integrated Engineering Vol 12 No 9* : 1-8. <https://doi.org/10.30880/ijie.2020.12.09.001>
- Rastandi, Sjah, Handika, Sentosa, dan Sunandar. 2013. “Assessment Mutu Beton Eksisting Berdasarkan SNI 2847 : 2013 , ACI 318-11, ACI 214.4R-10 Dan ACI 228.1R-03.”
- Rojas-Henao, L., Fernández-Gómez, J., dan López-Agüí, J. C. 2012. “Rebound hammer, pulse velocity, and core tests in self-consolidating concrete.” *ACI Mater. J.* 109 (2): 235–243. doi:10.14359/51683710
- Shariati, Ramli-Sulong, Arabnejad, dan Sinaei. 2011. “Assessing the strength of reinforced concrete structures through Ultrasonic Pulse Velocity and Schmidt Rebound Hammer tests.” *Scientific Research and Essays Vol. 6(1)*: 213-220. <http://www.academicjournals.org/SRE>
- Taranza dan Sanchez. 2014. “Reliability of Rebound Hammer Test in Concrete Compressive Strength Estimation.” *Int'l Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg. (IJAAEE) Vol. 1*. <http://dx.doi.org/10.15242/IJAAEE.C1114040>
- Xu, T., dan Li, J. 2018. “Assessing the spatial variability of the concrete by the rebound hammer test and compression test o drilled cores.” *Construct. Build. Mater.* 188: 820–832. doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.08.138.

PAVING BLOCK RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS LUMPUR DARI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM

Environmentally Friendly Paving Block Based on Sludge of Drinking Water Treatment Plant

Eko Siswoyo, Akbar Hanifanur Prayitno, Noor Shofia Rahma

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang KM 14,5 Yogyakarta 55584

Surel: eko_siswoyo@uui.ac.id; abayways@gmail.com; shofiarahma02@gmail.com

Diterima : 09 Desember 2021;

Disetujui : 28 April 2022

Abstrak

Lumpur yang dihasilkan dari instalasi pengolahan air minum di Indonesia masih belum dimanfaatkan dengan baik dan menjadi permasalahan bagi lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan yaitu dengan memanfaatkan lumpur tersebut sebagai bahan baku paving block. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perbandingan limbah lumpur yang baik dari hasil uji daya serap air, uji kekuatan dan uji Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) kemudian juga untuk mengetahui mutu paving block serta nilai tambah ekonomi dalam produksi paving block. Pada penelitian ini dibuat beberapa variasi komposisi lumpur PDAM yaitu 0%, 10%, 30% dan 50% dari komposisi total bahan paving block. Proses pembuatan paving block mengikuti prosedur yang ada yaitu tahapan pembuatan komposisi beton yang diinginkan, melakukan pencetakan dengan mesin press, melakukan pengeringan selama 14 hari dan perendaman selama 14 hari berikutnya. Setelah melalui tahap pengerasan selama 28 hari, kemudian dilakukan pengukuran kuat tekan dan daya serap air yang mengacu pada SNI 03-1691-1996. Selain itu dilakukan juga uji TCLP untuk mengetahui potensi limbah berbahaya yang dapat timbul dari produk paving block yang dihasilkan. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa komposisi limbah lumpur 10% memberikan hasil uji kuat tekan rata-rata sebesar 8,55 MPa dan daya serap air rata-rata sebesar 3,57%. Hasil uji ini dapat memenuhi uji mutu paving block kategori 'D' sesuai dengan SNI-03-0691-1996. Dan pada hasil uji TCLP menunjukkan kadar logam berat yang diujikan tidak melebihi dari baku mutu yang ada.

Kata Kunci: Daya serap air, kuat tekan, limbah lumpur PDAM, paving block, TCLP

Abstract

Sludge of drinking water treatment plants in Indonesia is still not utilized properly and caused problem for the environment. One alternative that can be applied is by utilizing the sludge waste as a substitution material for paving blocks. This study aims to analyze the best comparison of sludge waste substitution to make concrete bricks based from the results of the water absorbency test, compressive strength test and Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) test then also to find out the quality of paving block and knowing economic value added in the production of substituted paving block. In this study, several variations of the composition of DWTP sludge were made, the composition were 0%, 10%, 30% and 50% of the total composition of the paving block material. The process of making paving blocks were following the existing procedures, the steps that must be done including concrete mixture composing, molding with a press machine, doing drying for 14 days and soaking for the next 14 days. After going through the hardening stage for 28 days, then the measurements of compressive strength and water absorption were tested out referring to SNI 03-1691-1996. In addition, TCLP tests were also conducted to determine the potential of hazardous waste that can be leached from the produced paving block products. The results of the testing showed that the composition of the 10% sludge waste gave an average compressive strength test of 8.55 MPa and an average water absorption test of 3.57%. The results of this test can meet the quality test of category 'D' paving blocks in accordance with SNI-03-0691-1996. And the TCLP test results showed no levels of heavy metals tested were exceeding the existing standards and regulations.

Keywords: Water absorption, compressive strength, DWTP sludge, paving block, TCLP

PENDAHULUAN

Pengolahan air baku untuk persediaan yang dapat diminum biasanya melibatkan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan penyaringan untuk menghilangkan koloid serta padatan tersuspensi dari air baku. Semua Instalasi Pengolahan Air (IPA) menghasilkan limbah/residu yang dikenal sebagai air lumpur selama pemurnian air baku (Ahmad, et al., 2016). Limbah lumpur yang tidak ditangani dengan tepat dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, salah satunya yaitu kerusakan tanah dan air tanah. Hal ini karena limbah lumpur terakumulasi secara kontinyu dalam badan air, tumbuhan dan berakhir pada manusia. Akumulasi polutan dalam jaringan tubuh dapat menyebabkan disfungsi organ bahkan kematian (Rizzardini and Goi, 2014).

Penanganan limbah lumpur dapat dilakukan dengan berbagai cara. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa pemanfaatan lumpur sebagai alternatif agregat halus untuk campuran beberapa produk bahan bangunan dengan metode solidifikasi dapat memenuhi standar dan regulasi yang ada. Salah satu pemanfaatan limbah padat seperti halnya lumpur yaitu sebagai bahan campuran pembuatan paving (Udawattha et al., 2017; Zifeng et al., 2020). Dalam rangka ikut serta dalam menyelesaikan permasalahan limbah lumpur PDAM Bandarmasih, maka perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah lumpur untuk bahan bangunan paving block. Pada pemanfaatan limbah padat tersebut perlu diperhatikan bahwa produk paving block yang dihasilkan dapat memenuhi uji mutu yang berlaku dan memiliki nilai ekonomis yang bersaing (Wang et al., 2018). Beberapa penelitian terkait pemanfaatan limbah untuk pembuatan paving block sudah dilakukan antara lain limbah pecahan gelas dan abu dari pembakaran (Wang et al., 2019) serta penggunaan limbah plastik sebagai pengikat dalam pembuatan paving block (Agyeman et al., 2019).

Paving block tipe K-300 dipilih secara spesifik dikarenakan tipe ini merupakan jenis yang cukup fleksibel penggunaannya di pasaran. Paving block Tipe K-300 dapat memenuhi mutu A pada Standar Nasional Indonesia dan dapat diperuntukkan pada segala aspek termasuk di dalamnya dapat difungsikan sebagai pengganti dari mutu-mutu di bawahnya.

METODE

Pembuatan Sampel Uji

Untuk dapat mensubstitusikan lumpur sebagai agregat halus pengganti pasir, yang mana pasir

merupakan material yang biasa digunakan dalam pembuatan paving block konvensional. Setelah diketahui karakteristik awal dari lumpur sebagai bahan penyusun pengganti dari paving block K-300 yang akan dibuat. Selanjutnya akan dibuat sampel paving block. Sampel dibuat menggunakan mesin cetak hidrolik merk Vjar Johnson dengan kapasitas tekan 20 ton. Ukuran cetakan yang dipakai adalah 8x20x6cm. Sampel akan siap setelah melalui beberapa perlakuan awal.

Pengeringan Lumpur

Secara definitif, limbah lumpur merupakan zat padat, semi-padat ataupun cair yang dihasilkan dari effluent pengolahan limbah. Lumpur yang dimanfaatkan sebagai pengganti agregat halus, harus memiliki karakteristik yang sama atau yang mendekati sifat dan karakteristik dari agregat halus itu sendiri. Oleh karena itu, perlu adanya proses pengeringan untuk menghilangkan kandungan air dalam lumpur, sehingga spesifikasi limbah lumpur dapat mendekati persyaratan agregat halus pada umumnya. Lumpur kemudian dipindahkan ke dalam wadah dan dikeringkan di dalam oven selama 24 jam. Setelah dikeringkan, lumpur akan berbentuk seperti bongkahan-bongkahan batu.

Penggilingan Agregat

Lumpur yang sudah kering akan berbentuk seperti bongkahan batu, yang mana butuh dihaluskan untuk mempermudah mendapatkan ukuran agregat halus yang diinginkan. Lumpur kering dihaluskan menggunakan mesin abrasi Los Angeles dengan cara memasukkan lumpur kering ke dalam mesin dengan pengaturan putaran sebanyak 700 rotasi. Pemakaian dan penggunaan mesin dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1 Penghalusan Lumpur Menggunakan Mesin Los Angeles

Prinsip kerja mesin abrasi Los Angeles adalah dengan memutar sebuah tabung (*chamber*) yang berisi agregat, bersama dengan bola-bola baja didalamnya. Selama pemutaran terjadi penumbukan agregat halus oleh bola-bola baja. Sehingga semakin banyak putaran yang diatur, hasil dari penggilingan mesin abrasi cenderung semakin halus. Hal ini juga dipengaruhi dari banyaknya jumlah agregat yang dimasukkan, semakin banyak agregat yang dimasukkan maka putaran yang dibutuhkan juga semakin banyak untuk memperoleh hasil agregat yang diinginkan (SNI 2417:2008).

Pengayakan Agregat

Sesuai dengan SK SNI-S-04-1989-F tentang bahan penyusun beton dan agregat. Agregat halus adalah semua material dari proses pemecahan, penumbukan dan penghalusan yang dapat melalui lubang saringan 4,8 mm (saringan no. 4). Lumpur yang sudah digiling kemudian diayak menggunakan mesin pengayak dan saringan no. 4 yang berukuran lubang 4,8 mm selama satu menit. Pemilihan saringan no. 4 disesuaikan dengan persyaratan ukuran maksimal agregat halus dalam standar.

Pada tahapan ini, lumpur yang pada awalnya tidak memenuhi standar sebagai agregat halus dikarenakan basah, lunak dan ukuran partikelnya belum dapat ditentukan setelah melalui beberapa perlakuan awal di atas, maka sifat dan karakteristik dari lumpur sudah mendekati agregat halus yang kering, keras dan ukurannya sudah disesuaikan dengan ketentuan standar agregat halus. Maka, agregat halus yang berasal dari lumpur sudah dapat digunakan sebagai bahan substitusi agregat halus *paving block* konvensional yaitu pasir.

Pembuatan Adonan *Paving Block* K-300

Dalam pembuatan adonan, SNI-7394-2008 tentang Pekerjaan Beton menyuguhkan data berupa *trial mix*, yaitu estimasi komposisi dan perbandingan material penyusun beton untuk mencapai mutu tertentu. Dituliskan dalam dokumen SNI tersebut bahwa untuk mencapai kualitas mutu K-300, maka diperlukan perbandingan antara zat pengikat (semen) dan agregat yaitu 1 : 3.

Dalam hal ini, dilakukan juga observasi kepada pengrajin *paving block* di sekitar Kampus Terpadu UII terkait komposisi adonan yang biasa dibuat dan informasi yang didapat mengenai komposisi adonan untuk mencapai mutu K-300 adalah 1 : 3 sampai dengan 1 : 4. *Paving block* yang dibuat dalam penelitian ini didasarkan pada percobaan pendahuluan terhadap kandungan semen dan total berat sampel, sehingga setelah *trial and error*

didapatkan komposisi konfigurasi variabel sebagaimana terlihat pada tabel 1.

Tabel 1 Komposisi *Paving Block*

(K-300/MUTU A)			
Variabel	Perbandingan Komposisi		
	Lumpur	Pasir	Semen
A	0%	75%	25%
B	50%	25%	25%
C	30%	45%	25%
D	10%	65%	25%

Pencetakan *Paving Block* K-300

Pencetakan dilakukan dengan memasukkan campuran material yang sudah terukur sesuai komposisinya, kedalam cetakan berukuran 8×20×6 cm. Satu set cetakan dapat diisi campuran material setara dengan 12 *paving block*. Setelah campuran material dimasukkan dan diratakan dalam cetakan, kemudian ditekan menggunakan mesin hidrolik merk Vjar Johnson dengan kekuatan tekan 20 ton. *Paving block* yang selesai diproduksi dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2 Sampel *Paving Block* Hasil Produksi

Proses pencetakan dilakukan bertahap sesuai dengan variabel komposisi yang direncanakan. Setelah semua variabel komposisi berhasil dicetak, kemudian *paving block* disusun di atas papan sesuai dengan kategorinya untuk dikeringkan.

Pengeringan dan Perendaman *Paving Block*

Menurut pedoman Peraturan Beton Indonesia 1971 N.1.-2 tentang mekanisme campuran desain beton, bahwa campuran beton akan mengalami peningkatan kekuatan secara cepat hingga usia pengeringan selama 28 hari. Setelahnya kekuatan beton akan meningkat dengan tidak signifikan dan akan berakhir statis. Dalam buku *Teknologi Beton* oleh Tjokrodiluljo, data hubungan kekuatan beton dengan usia pengeringan dikutip dan dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2 Waktu Pengeringan *Paving Block*

Umur Beton	Hari						
	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa	0,4	0,65	0,88	0,95	1,2	1,2	1,35
Semen Portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,9	0,95	1,15	1,15	1,2

Dalam penelitian sebelumnya mengenai usia pengeringan dan perbandingan antara beton dengan perendaman dan yang tanpa perendaman, menunjukkan bahwa kekuatan beton dengan perendaman akan lebih kuat dari pada beton tanpa perawatan (Kumaat, 2013). Mempertimbangkan hal tersebut, *paving block* yang diproduksi dalam penelitian ini akan direndam setelah 7 hari, pengeringan selama 14 hari, dan kemudian dikeringkan lagi hingga berusia 28 hari.

Uji Kualitas Kuat Tekan

Kuat tekan adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Uji kuat tekan dimaksudkan untuk mendapatkan nilai *compressive strength* dengan benda uji yang ditujukan untuk memenuhi standar penggunaan tertentu. Adapun cara pengujian berdasarkan metode standarisasi uji tekan, adalah:

1. Meletakkan benda uji secara sentris
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama benda diuji
4. Lalu melakukan kalkulasi
5. $Kuat\ tekan = \frac{Beban\ Maksimum}{Luas\ penampang}$
6. Catat hasil Kuat tekan benda uji

Daya Serap Air

Daya serap air adalah nilai besaran suatu benda uji dalam menyerap air dengan membandingkan berat basah dan berat kering suatu benda uji. Uji daya serap air dapat dilakukan dengan beberapa tahapan antara lain :

1. Merendam benda uji dalam air selama 24 jam.
2. Lalu mengeringkan benda uji dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam
3. Membandingkan berat basah dan berat kering dengan kalkulasi

4. $Penyerapan\ air = \frac{Berat\ basah - Berat\ kering}{Berat\ kering} \times 100\%$

5. Mencatat hasil

Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)

TCLP menurut PP Nomor 101 Tahun 2014 merupakan prosedur laboratorium untuk memprediksi potensi pelindian B3 dari suatu limbah. Suatu zat atau senyawa yang nantinya akan dimanfaatkan dan ditempatkan di suatu tempat yang dapat memapar lingkungan. Dalam hal ini, produk *paving block* yang dibuat perlu diuji untuk mengetahui berapa tingkat perlindian dari kandungan yang ada dalam komposisi campuran dari *paving block* itu sendiri.

Metode pengukuran TCLP dilakukan sesuai dengan arahan kerja yang ada dalam lampiran publikasi umum dari USEPA Nomor 1131 dan hasilnya akan disesuaikan dengan ambang baku mutu dari PP.101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3.

Uji Karakteristik Lumpur

Untuk mengetahui karakteristik awal dari lumpur yang akan dijadikan sampel uji, maka dilakukan uji Kristalografi menggunakan alat XRD (*X-Ray Diffraction*) dengan prinsip menembakkan cahaya *x-ray* dan memanfaatkan fenomena difraksi. Sehingga akan didapatkan data berupa grafik yang berisi informasi mengenai puncak difraksi, jarak bidang, struktur kristal dan spektrum identitas kristal. Kemudian data yang dihasilkan akan diproses menggunakan aplikasi *Match!* yang berisi database spektrum kristalografi. Prinsip kerja aplikasi ini adalah dengan membandingkan data yang dihasilkan dari XRD dengan database yang tersedia terkait data kristalografi yang diperoleh (Cullity, 1956).

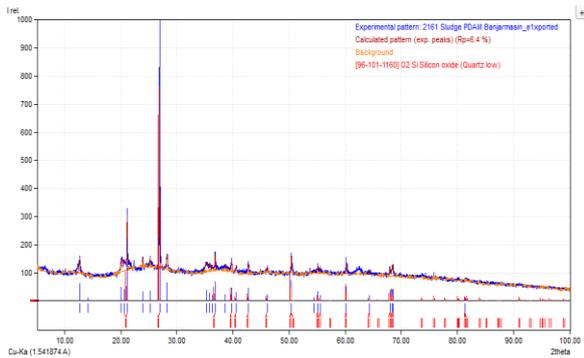
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan dan Karakteristik

Untuk mengetahui kandungan dan karakteristik awal dari lumpur yang dijadikan bahan campuran pembuatan *paving block*, maka dilakukan uji kristalografi menggunakan alat *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui kecenderungan sifat dan karakteristik lumpur yang menjadi bahan substitusi atau bahan pengganti agregat halus dalam pembuatan *paving block*.

Kemudian untuk mengetahui senyawa apa saja yang terkandung dalam spektrum difraksi tersebut, maka kemudian data tersebut dikonversi ke dalam data digital yang selanjutnya dibandingkan dalam database kristalografi dengan program komputer

Match! untuk mengidentifikasi senyawa apa yang terkandung dalam lumpur tersebut. Hasil uji XRD dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil Uji XRD

Dari pencocokan yang dioperasikan oleh algoritma dalam aplikasi Match! , diperoleh kecocokan paling mendekati yaitu dengan faktor kesalahan sebesar 6,4% bahwa yang terkandung dalam lumpur tersebut adalah senyawa SiO₂ dengan kecocokan sebesar 84%. Untuk data yang lebih mendetail dapat di simplifikasikan dalam cuplikan report dari aplikasi yang dirangkum dalam Tabel 3.

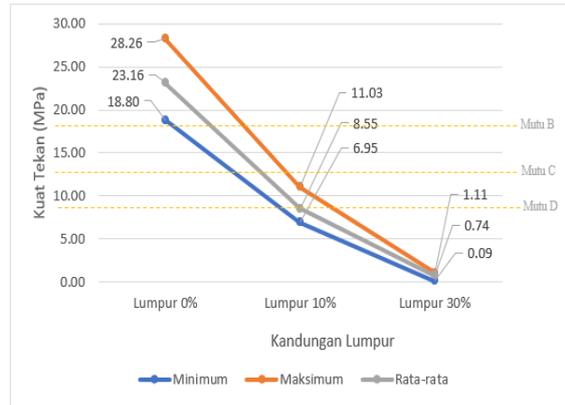
Tabel 3 Kandungan Senyawa Dalam Lumpur

Index	Amount (%)	Name	Formula Sum
A	84.3	Silicon Quartz Low	O ₂ Si
B	7.9	Molybdenum Fluoride	F ₆ Mo
C	7.8	Jamborite	HNiO ₂
	6.8	Unidentified	

Kuat Tekan

Sesuai dengan SNI 03-0691-1996 tentang bata beton, salah satu prosedur uji yang diatur sebagai ketetapan teknis yang harus dipenuhi oleh paving block yang di produksi adalah kuat tekan. Paving block yang telah produksi di potong menggunakan gerinda hingga mendapatkan ukuran 6 x 6 x 6 cm. Kemudian sampel tersebut diuji menggunakan Universal Test Machine dengan mempertimbangkan dimensi dari kubus yang di uji. Hasil dari pengujian kuat tekan pada masing-masing variabel dapat dilihat dalam Gambar 4.

Dari hasil pengujian tersebut dapat diidentifikasi bahwa semakin banyak kandungan lumpur yang disubstitusikan sebagai pengganti pasir menyebabkan semakin menurunnya kekuatan tekan dari paving block yang diuji. Hanya pada kandungan lumpur 10% yang dapat terkategori sebagai paving block yang layak pakai, yaitu memenuhi kategori paving block mutu D.

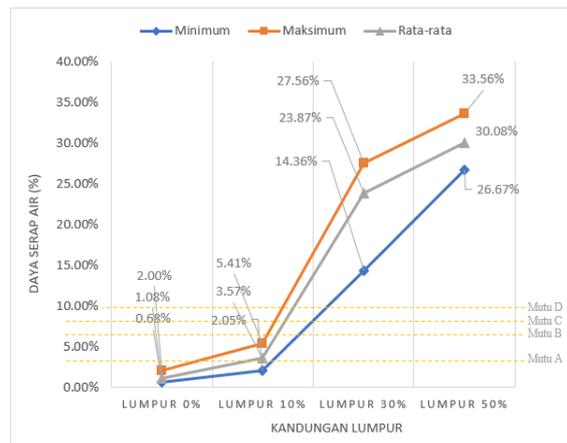


Gambar 4 Hasil Uji Kuat Tekan

Pada pengujian kuat tekan sampel paving block, untuk kandungan lumpur 50% tidak dilakukan pengujian. Hal ini dikarenakan paving block yang diproduksi memiliki bentuk fisik yang cacat, rapuh dan dapat hancur ketika digenggam. Melalui pertimbangan ini, uji kuat tekan tidak perlu dilakukan karena hasil yang diperoleh dapat diasumsikan buruk atau lemah. Diterangkan bahwa kandungan lumpur dapat mempengaruhi kuat tekan, kuat tarik dan berat jenisnya. Hal ini dikarenakan lumpur menghalangi ikatan antar semen dan butiran agregat halus dalam campuran bata beton yang di produksi (Septianto, 2017).

Daya Serap Air

Masih dalam tahapan prosedur uji yang diatur dalam SNI 03-0691-1996 tentang bata beton. Paving block yang telah di produksi harus dapat memenuhi uji daya serap air. Sampel dikeringkan di dalam oven selama 24 jam untuk mendapatkan berat kering. Kemudian setelah dipastikan benar-benar kering, sampel kemudian direndam di dalam wadah berisi air selama 24 jam, kemudian diukur daya serap airnya. Berikut hasil dari pengujian daya serap air dari setiap variabel komposisi dapat dilihat pada Gambar 5. Terlihat bahwa dengan



Gambar 5 Hasil Uji Daya Serap Air

meningkatnya jumlah lumpur, daya serap airnya juga meningkat. Daya serap air dipengaruhi oleh komposisi material dalam *paving block* (Udawattha et al., 2017).

Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)

Dalam penelitian kali ini, parameter toksisitas yang diujikan khusus logam berat. Pengujian hanya dilakukan pada variabel kandungan lumpur 10% dikarenakan hanya variabel tersebut yang memenuhi standar kualitas yang diujikan. Beberapa penelitian sebelumnya sudah dilakukan upaya mengidentifikasi kandungan logam berat limbah lumpur PDAM. Diantaranya dalam penelitian Karakterisasi Lumpur Hasil Pengolahan Air PDAM Tirta Pakuan Bogor, menunjukkan kadar logam yang cukup tinggi antara lain : Cu 1036,9 µg/g dan Cd 2,0 µg/g (Shelvi, 2012). Maka dilakukan analisis kandungan logam berat setelah melalui uji TCLP antara lain Zn, Cd, Cu, Pb dan Cr. Hasil dari pengukuran alat uji AAS (*Atomic Absorbtion Spektrofotometri*) ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji TCLP

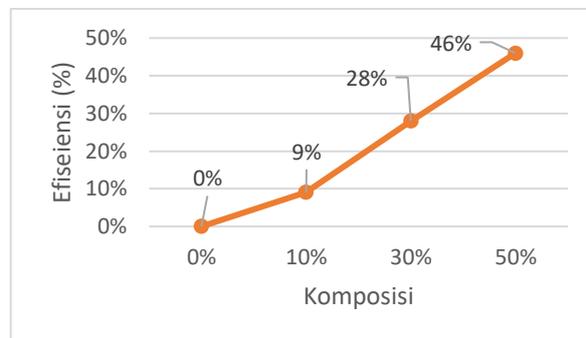
Nama Sampel	Parameter yang diujikan (mg/L)				
	Pb	Zn	Cu	Cd	Cr
K-300	0.287	1.533	3.610	0.175	1.023
Parameter PP.101 Tahun 2014	3	300	60	0.9	15

Berdasarkan hasil pembacaan AAS, limbah lumpur yang telah diekstraksi menggunakan prosedur TCLP tidak menunjukkan hasil yang melebihi baku mutu atau tidak termasuk ke dalam kategori limbah B3 berdasarkan PP. 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah. Lumpur dari instalasi pengolahan air minum aman untuk digunakan sebagai bahan campuran *paving block* karena kandungan logam berat yang ada masih memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan (Siswoyo et al., 2014; Siswoyo et al., 2019).

Analisis Nilai Tambah Ekonomi

Pemanfaatn material limbah padat sebagai bahan campuran *paving block* dapat memberikan nilai ekonomi lebih (Li et al., 2019). Analisis nilai tambah ekonomi pada dasarnya dilakukan untuk mengetahui berapa banyak nilai ekonomi yang dapat dihemat jika mensubstitusikan agregat halus yang biasa dipakai (pasir) dengan limbah lumpur. Nilai tambah ekonomi dikalkulasi dengan cara membandingkan jumlah biaya produksi *paving block* yang dibuat dengan metode standar dan jumlah biaya produksi *paving block* yang dibuat

menggunakan limbah lumpur. Perbandingan biaya produksi yang dimaksud adalah perbandingan biaya penggunaan material bahan dalam pembuatan *paving block* konvensional dan biaya penggunaan material bahan dalam pembuatan *paving block* yang disubstitusikan oleh limbah lumpur. Hasil perbandingan nilai tambah ekonomi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Analisa Nilai Ekonomi *Paving Block*

Grafik diatas menunjukkan bahwa semakin banyak agregat halus yang disubstitusikan oleh limbah lumpur maka semakin efisien biaya produksinya. Hal ini disebabkan oleh menurunnya biaya produksi setiap *paving block* dikarenakan keperluan bahan utama (pasir) tergantikan dengan lumpur yang sudah tersedia dan tidak memerlukan biaya penyediaan material.

Namun dari segi persyaratan mutu, yang dapat digunakan kembali dan memenuhi fungsi *paving block* adalah dengan substitusi limbah lumpur sebesar 10%. Sehingga efisiensi nilai ekonomi yang dapat dicapai hanya sebesar 9%. Melalui data yang didapat, PDAM Bandar masih menghasilkan sekitar 7200 – 9000 m³ limbah lumpur setiap bulannya. Sementara ukuran *paving block* dengan bahan substitusi sebesar 10% hanya setara dengan 9,6 cm³ limbah lumpur per satu buah *paving block*. Pemanfaatan limbah lumpur dalam penelitian ini tidak dapat mereduksi limbah lumpur yang dihasilkan secara efektif, namun jika dilakukan produksi secara massal akan memberikan dampak yang cukup signifikan dalam mengurangi permasalahan dari pembuangan limbah lumpur ke sungai yang hingga saat ini masih dilakukan.

KESIMPULAN

Limbah lumpur diujikan menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui elemen yang terkandung melalui pembacaan spektrum kristalografi, teridentifikasi bahwa limbah lumpur mengandung SiO₂. Setelah dilakukan pengujian, hanya variabel komposisi lumpur 10% yang dapat

memenuhi persyaratan teknis kuat tekan dan daya serap air yang tercantum dalam SNI-03-0691-1996 tentang bata beton yakni dengan kekuatan rata-rata sebesar 8,55 MPa yang terkategori dalam kuat tekan kategori D serta daya serap air rata-rata sebesar 3,57% yang terkategori dalam daya serap air kategori B. Setelah diujikan toksisitasnya dengan metode TCLP, hasilnya tidak melebihi baku mutu yang ada untuk logam berat Zn, Cd, Cr, Cu dan Pb. Mutu *paving block* yang diujikan hanya dapat dicapai oleh variabel komposisi lumpur 10% dan berdasarkan SNI-30-0691-1996 dapat dikategorikan sebagai mutu D dan dapat digunakan sebagai keperluan dekorasi dan taman. Efisiensi nilai tambah ekonomi yang dapat dicapai oleh variabel komposisi 10% hanya sebesar 9%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada RISTEKDIKTI yang telah memberikan dukungan anggaran serta PDAM Bandarmasih, Banjarmasin atas kerjasama dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agyeman, S., Obeng-Ahenkora, N. K., Assiamah, S., Twumasi, G., 2019. Exploiting recycled plastic waste as an alternative binder for paving blocks production, *Case Studies in Construction Materials*, Volume 11, (e00246), 1-8.

Ahmad, T., Ahmad, K., Alam, M., 2016. Characterization of Water Treatment Plant's *Lumpur* and its Safe Disposal Options. *Procedia Environmental Sciences*. 35. 950-955. S.

Badan Standarisasi Nasional. 1989. SNI-03-2417-1989. Cara uji keausan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI-03-0691-1996. *Paving Block* (Bata Beton) Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-6820-2002. Agregat Halus. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI-03-2491-2002. Metode pengujian kuat tarik beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI-15-0302-2004. Semen Portland. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1970-2008. Agregat Kasar. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 2417:2008. Cara Uji Keausan Agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 7394:2008. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan Gedung Dan Perumahan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI-03-1974-2011. Metode pengujian kuat tekan beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Cullity, B. D., 1956. *Elements of X-Ray Diffraction*. Dover books. 154-157.

Li, J., Feinping, X., Lanfang, Z., Serji, N. A., 2019. Life cycle assessment and life cycle cost analysis of recycled solid waste materials in highway pavement: A review. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 233. 1182-1206.

Rizzardini, C. B., Goi, D., 2016. Sustainability of Domestic Sewage *Lumpur* Disposal. *Sustainability Journal*. 6. 5. 2424-2434.

Septianto, H. 2017. Pengaruh Kandungan Lumpur Pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Normal. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Siswoyo, E., Mihara, Y., Tanaka, S., 2014a. Determination of key components and adsorption capacity of a low-cost adsorbent based on sludge of drinking water treatment plant to adsorb cadmium ion in water. *Applied Clay Science*. 97-98, 146-152.

Siswoyo, E., Qoniah, I., Lestari, P., Fajri, J.A., Sani, R.A., Sari, D.G., Boving, T., 2019. Development of a floating adsorbent for cadmium derived from modified drinking water treatment plant sludge, *Environmental Technology and Innovation*, 14, 1-9.

Tjokrodiluljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, UGM Press. 144-147.

Udawattha, C., Galabada, H., Halwatura, R., 2017. Mud concrete paving block for pedestrian pavements. *Case Studies in Construction Materials*. 7. 249-262.

Wang, L., Chen, L., Tsang, D., Li, J.S., Baek, K., Hou, D., Ding, S., Poon, C.S., 2018. Recycling dredged sediment into fill materials, partition blocks, and paving blocks: Technical and economic assessment. *Journal of Cleaner Production*. 199. 69-76.

Wang, X., Chin, C.S. and Xia, J., 2019. Material characterization for sustainable concrete paving blocks. *Applied Sciences*, 9(6), p.1197.

Zifeng, Z., Feipeng, X., Serji, A., 2020. Recent Application of Solid Waste Materials in Pavement Engineering. *Waste Management*. Vol. 108. 78-105.

IDE INOVASI TEKNOLOGI AIR BERSIH DARI PELAKSANAAN PROGRAM PAMSIMAS DI KABUPATEN KEBUMEN, KABUPATEN REMBANG, DAN KEPULAUAN SELAYAR

Ideas of Clean Water Technology Innovation from PAMSIMAS Program Implementation in Kebuman District, Rembang District, and Selayar Island District

Yudha Pracastino Heston, Siti Haromin Aqsha, Eva Hapsari

Politeknik Pekerjaan Umum, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jalan Prof. Sudarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275
Surel: pracastino@gmail.com, harominaqsha@gmail.com, evahapsari18@gmail.com

Diterima : 29 Oktober 2021; Disetujui : 10 April 2022

Abstrak

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah menargetkan pemenuhan kebutuhan 100% layanan air minum dan sanitasi pada tahun 2019, namun capaian akses air minum saat ini baru mencapai 72%. Salah satu program PUPR yaitu PAMSIMAS, berupaya mendorong penyediaan air bersih yang digunakan kebutuhan domestik berbasis masyarakat. Program ini walau sudah melibatkan masyarakat dari awal program, dan sudah tersedia pedoman dalam operasi dan pemeliharaan, belum semua wilayah berhasil dalam memelihara keberlanjutan operasi sarana dan prasarannya. Penelitian ini berupaya untuk mengidentifikasi permasalahan serta kebutuhan teknologi dari PAMSIMAS. Studi ini menggunakan metode kuantitatif – kualitatif (mixed method) dengan pendekatan kualitatif, yaitu diistilahkan sebagai Problem Solving and Decision Making (PSDM) untuk mencari informasi, menganalisa situasi, mengidentifikasi masalah dengan tujuan untuk menghasilkan alternatif tindakan berupa solusi teknologi. Hasilnya berupa kebutuhan untuk pengembangan teknologi, yang dapat diterapkan berdasarkan kebutuhan dan permasalahan di lapangan, antara lain: Instalasi IPA Merotek dengan penambahan proses elektrolisis, Teknologi Saringan Rumah Tangga dilengkapi dengan proses desinfeksi, Teknologi Meteran Air dengan Sistem Prabayar, dan Teknologi Penangkapan dan Pengolahan Air Hujan Sistem Komunal.

Kata Kunci: Air minum, pemetaan, masalah, teknologi, PAMSIMAS, Kepulauan Selayar

Abstract

Ministry of Public Works and Housing has targeted 100% access of water and sanitation services in 2019, but until now the target reaches 72%. One of the PUPR programs, namely PAMSIMAS, seeks to encourage the provision of clean water that is used by community-based domestic needs. Even though this program has involved the community from the beginning of the program, and guidelines are available in operation and maintenance, not all regions have succeeded in maintaining the sustainability of the operation of their facilities and infrastructure. This study seeks to identify the problems and technological needs of PAMSIMAS. This study uses a quantitative - qualitative method (mixed method) with a qualitative approach, which is termed a Problem Solving and Decision Making (PSDM) to find information, analyze situations, identify problems with the aim of producing alternative actions in the form of technological solutions. The result is a need for technological development, which can be applied based on needs and problems in the field, including: Merotek IPA Installation with the addition of electrolysis processes, Household Filter Technology equipped with disinfection processes, Water Meter Technology with Prepaid Systems, and Water Catching and Processing Technology Communal Rain System.

Keywords: Drinking water, mapping, problems, technology, PAMSIMAS, Selayar island

PENDAHULUAN

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) di dalam dokumen RPJMN yang

berakhir pada tahun 2019 (Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PUPR 2015), telah menargetkan pemenuhan kebutuhan 100% layanan air minum dan sanitasi, serta 0% kawasan kumuh,

dalam gerakan 100-0-100. Namun berdasarkan laporan yang disampaikan Menteri PUPR (Portal Informasi Indonesia 2019). Pencapaian untuk akses air minum saat ini baru mencapai 72%. Data ini disampaikan secara tertulis di Jakarta, Selasa (20/11/2018). Salah satu program penyediaan air bersih yang melibatkan banyak sektor adalah PAMSIMAS. Program ini dilaksanakan dengan koordinator Kementerian PUPR. Dalam program PAMSIMAS beberapa sarana penyediaan air bersih yang digunakan kebutuhan domestik berbasis masyarakat.

Balai Litbang Penerapan Teknologi Permukiman (2014) menuliskan bahwa pelaksanaan kegiatan pembangunan sarana dan prasarana air minum dan sanitasi dalam program PAMSIMAS didasarkan pada kebutuhan riil masyarakat setempat dan pilihan prasarana dan sarana yang diinformasikan (*Informed Choice*) kepada masyarakat. Pilihan yang diinformasikan tersebut menyangkut seluruh aspek pembangunan air minum dan penyehatan lingkungan, seperti aspek teknologi, pembiayaan, lingkungan, sosial dan budaya serta kelembagaan pengelolaan. Dalam kaitannya dengan pilihan teknologi tepat guna penyediaan air minum tersebut di atas, PAMSIMAS akan mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi atas pilihan teknologi yang ada, seperti: a) ketersediaan jenis sumber air baku yang akan dimanfaatkan; b) jumlah biaya yang dibutuhkan serta kemampuan dan kemauan masyarakat untuk memberikan kontribusi pembangunan; (c) kompleksitas teknologi dan kesiapan masyarakat untuk mengelola teknologi yang ada; (d) nilai manfaat, kemudahan penggunaan dan kesinambungan terhadap opsi teknis yang dipilih.

PAMSIMAS akan memberikan dukungan dana baik pembangunan baru maupun rehabilitasi sarana dan prasarana air minum sesuai dengan pilihan teknologi yang diputuskan oleh masyarakat setempat, dan masyarakat perlu dalam bentuk *in-kind/natura* (tenaga, material lokal, peralatan, dsb). Dalam melaksanakan pembangunan sarana dan prasarana air minum, program ini berpegang pada prinsip partisipasi masyarakat (swakelola), dimana proses pembangunan dan penyelesaian konstruksi sarana air minum diserahkan sepenuhnya kepada masyarakat sesuai dengan kemampuan masyarakat dan kompleksitas teknologi yang dipilih. Secara teknis, sistem penyediaan air bersih dibedakan menjadi dua sistem (PAMSIMAS 2018) yaitu:

1. Sistem Penyediaan Air Bersih Individual (*Individual Water Supply Sistem*)

Sistem penyediaan air bersih individual adalah sistem penyedia air bersih untuk penggunaan pribadi atau pelayanan terbatas. Sumber air yang digunakan dalam sistem ini umumnya berasal dari air tanah. Hal ini disebabkan air tanah memiliki kualitas yang lebih baik dibanding sumber lainnya. Sistem penyediaan ini biasanya tidak memiliki komponen transmisi (Asih 2006). Berdasarkan uraian tersebut, yang termasuk dalam sistem ini adalah sumur gali, pompa tangan dan sumur bor (untuk pelayanan suatu lingkungan perumahan tertentu).

2. Sistem Penyediaan Air Bersih Komunitas (*Community/Municipality Water Supply Sistem*)

Sistem penyediaan air bersih komunitas adalah suatu sistem penyediaan air bersih untuk masyarakat umum dalam skala kecil (Saniti 2012), dan untuk pelayanan yang menyeluruh, termasuk untuk keperluan rumah tangga (domestik), sosial maupun industri. Sumber air yang di gunakan umumnya air sungai atau sumber mata air yang memiliki kuantitas cukup besar. Sistem penyediaan air bersih meliputi berbagai peralatan seperti tangki air bawah tanah, tangki air di atas atap, pompa-pompa, dan perpipaan.

Pemilihan teknologi yang digunakan untuk program PAMSIMAS Instalasi Pengelolaan Air Minum di sesuaikan dengan kebutuhan. Berdasarkan operasional dan pemeliharannya, teknologi penyediaan air minum dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu perpipaan dan non-perpipaan.

Sistem perpipaan adalah sistem penyaluran air minum menggunakan pipa atau saluran tertutup mulai dari pipa transmisi sampai pipa distribusi yang mengalirkan ke pelanggan. Sarana perpipaan antara lain:

1. Penangkap Mata Air (PMA) adalah suatu bangunan untuk menampung sumber air dan melindungi dari sumber air dari pencemaran
2. Saringan pasir lambat, adalah instalasi pengolahan air dengan beberapa unit proses yang dapat menghilangkan kekeruhan, rasa dan bau pada air
3. Sumur bor dengan pipa distribusi, merupakan salah satu jenis sumur yang dibuat dengan bantuan alat bor untuk mencapai kedalaman sumur yang cukup sehingga akan bertemu dengan sumber air tanah yang melimpah kemudian dialirkan ke konsumen dengan sistem pipa distribusi
4. Pompa merupakan alat untuk menggerakkan fluida dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan tinggi

5. Motor *diesel* digunakan sebagai tenaga untuk menggerakkan pompa
6. Perpipaan, suatu sistem untuk menyalurkan air dari sumber ke konsumen
7. *Reservoir* adalah tempat untuk menyimpan air yang akan diolah dan di distribusikan ke konsumen
8. Kran Umum
9. Hidran Umum

Sistem non-perpipaan menggunakan 3 (tiga) jenis sarana dan prasarana yang bisa saling melengkapi atau saling menggantikan. Sarana dan prasarana tersebut antara lain:

1. Sumur gali adalah salah satu jenis sumur yang dibuat menggunakan tangan dengan cara menggali lubang sampai menemukan sumber air yang melimpah.
2. Sumur Pompa Tangan (SPT) adalah sarana untuk mengambil air tanah dengan alat bor. Untuk menaikkan air dari dasar sumur digunakan pompa tangan.
3. Penampung air hujan adalah memanfaatkan air bersih dari air hujan yang jatuh dengan bangunan penangkap air.

Menurut wawancara dengan Satker Pengembangan Air Minum Berbasis Masyarakat (PAMBM) Dirjen Cipta Karya, sumur bor merupakan teknologi penyedia air minum yang banyak diterapkan dalam program PAMSIMAS.

Kenyataannya, biarpun masyarakat sudah dilibatkan dari awal program dan diberikan pedoman dalam operasi dan pemeliharaan, tidak semua wilayah berhasil dalam memelihara keberlanjutan operasi sarana dan prasarannya.

Hal ini kemudian menjadi salah satu dasar kebutuhan kegiatan Pemetaan Kebutuhan Teknologi Air Bersih dan Sanitasi yang mendukung program berbasis masyarakat yang telah diimplementasikan oleh Dirjen Cipta Karya Kementerian PUPR. Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah/ hambatan yang menyebabkan ketidakberlanjutan operasi sarana dan prasarana yang dibangun. Kegagalan yang terjadi disebabkan oleh berbagai faktor, namun dapat dikerucutkan menjadi 2 (dua) faktor besar yaitu teknis dan non-teknis.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini berupaya untuk mengidentifikasi permasalahan serta kebutuhan teknologi air minum dan sanitasi permukiman berbasis masyarakat, di lokasi penelitian.

METODE

Studi ini menggunakan metode kuantitatif – kualitatif (*mixed method*) dengan pendekatan kualitatif, yaitu diistilahkan sebagai *Problem Solving and Decision Making* (PSDM) untuk mencari informasi, menganalisa situasi, mengidentifikasi masalah dengan tujuan untuk menghasilkan alternatif tindakan, kemudian dipertimbangkan dengan hasil yang dicapai dan pada akhirnya melaksanakan rencana dengan melakukan suatu tindakan yang tepat di lokasi riset. *Mixed method* ini bertujuan untuk membuat perumusan rekomendasi teknologi teknis maupun nonteknis yang tepat bagi lokasi studi dalam menciptakan 100% akses air bersih dan sanitasi (Mindmeister 2018).

Studi ini mengamati kabupaten/kota yang membutuhkan rekomendasi berupa teknologi teknis maupun masukan non-teknis. Keberlanjutan fungsi teknologi, dalam bentuk sarana dan prasarana, dipengaruhi oleh 2 (dua) variabel yaitu teknis dan non-teknis. Unit analisis studi ini adalah program PAMSIMAS/SANIMAS yang masih/sudah tidak berlangsung di dusun/desa lokasi studi. Pada program PAMSIMAS kelompok ini biasa disebut Badan Pengelola Sistem Penyediaan Air Minum dan Sanitasi (BP-SPAMS), sedangkan SANIMAS menyebutnya sebagai Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP). Sampai tahun 2015 BP-SPAMS tersebar di 12.225 (dua belas ribu dua ratus dua puluh lima) desa di seluruh Indonesia, sedangkan KPP SANIMAS terdaftar mencapai 4.000 (empat ribu) desa hingga 2015 (Wawancara Aksansi, 2017).

Berdasarkan pertimbangan sumberdaya, maka dipilih 39 (tiga puluh sembilan) lokasi studi kasus PAMSIMAS dan SANIMAS yang memiliki kondisi keberfungsian sebagai sampel studi dan dianggap mampu merepresentasikan kebutuhan teknologi di kabupaten/kota, yaitu:

1. Kabupaten Kebumen

Hingga 2017, Jawa Tengah tercatat sebagai provinsi yang menerima bantuan PAMSIMAS dan SANIMAS terbanyak. Dari jumlah sebesar 1.561 lokasi SANIMAS dan 12.225 penerima manfaat PAMSIMAS, sebanyak 3.010 desa penerima program PAMSIMAS, 98 (sembilan puluh delapan) desa diantaranya termasuk dalam administrasi Kabupaten Kebumen. Hasil wawancara dengan Satker AM dan PLP Dirjen Cipta Karya menyimpulkan bahwa Kebumen merupakan kabupaten sulit air dengan kerawanan sanitasi yang tinggi.

2. Kabupaten Kabupaten Rembang

Dari jumlah sebesar 1.561 lokasi Sanimas dan 12.225 penerima manfaat PAMSIMAS, sebanyak 3.010 desa penerima program PAMSIMAS, 107 (seratus tujuh) desa berada di Kabupaten Rembang dan hasil wawancara dengan Satker AM dan PLP Dirjen Cipta Karya juga menyimpulkan bahwa Kabupaten Rembang termasuk kabupaten sulit air dengan kerawanan sanitasi yang tinggi. Selain itu, Kabupaten Rembang merupakan salah satu lokasi replikasi perdana 2019 sehingga kepentingan pemilihan kabupaten ini meningkat.

3. Kepulauan Selayar

Kepulauan Selayar merupakan salah satu lokasi advis teknis teknologi air bersih dan sanitasi yang diadakan oleh Puslitbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi. Data terakhir menunjukkan bahwa ada 20 (desa) PAMSIMAS, dimana 2 (dua) desa diantaranya mengalami gangguan keberfungsian (PAMSIMAS 2018).

Kebutuhan data penelitian bertumpu pada data yang dikumpulkan dengan bantuan kuesioner, pedoman wawancara dan ceklis yang diisikan melalui wawancara dan observasi bersama narasumber. Sementara data sekunder dikumpulkan sebelumnya dan digunakan untuk menyusun gambaran lapangan, terutama terkait pelaksanaan program PAMSIMAS dan SANIMAS.

Analisis Akar Masalah dengan Diagram Tulang Ikan

Setiap masalah memiliki akar masalah, sehingga adalah penting untuk mengetahui hal tersebut sebelum merumuskan solusi perbaikan dan tindakan preventif yang efektif. Analisis akar masalah, biasa disebut *root cause analysis* (Doggett 2018), merupakan sebuah metodologi dalam menemukan penyebab utama dan terpenting serta memperbaiki masalah yang menghambat kinerja. Analisis akar masalah ditujukan untuk menggaris bawahi isu dan masalah. Teknik analisis akar masalah, digunakan untuk melihat penyebab utama suatu masalah, digunakan karena mudah dipahami, sifatnya fleksibel dan partisipatif (Dinanti et al. 2020).

Hal penting yang harus diketahui dalam menganalisis akar masalah adalah *5-Why*, yaitu mengajukan pertanyaan 'mengapa' sebanyak 5 (lima) kali untuk mengetahui penyebab utama sebuah masalah. Analisis akar masalah dapat dilakukan dengan bantuan alat, seperti diagram tulang ikan atau *fish bone analysis* (Bose 2012).

Diagram tulang ikan disusun untuk menstrukturkan sebuah diskusi tim terkait penyebab potensial dari masalah (WBI Evaluation Group 2017). Diagram ini juga sering digunakan dalam asesmen kebutuhan untuk membantu perumusan ilustrasi dan membantu mengkomunikasikan hubungan antara beberapa penyebab potensial atau aktual dari masalah kinerja. Diagram tulang ikan lebih menekankan pada sebab daripada masalah itu sendiri, atau dengan kata lain, untuk menentukan sebab dan akibat. Diagram ini biasanya digunakan saat ditemukan banyak penyebab potensial dari sebuah akibat (masalah kinerja), saat cara tradisional untuk menemukan sebab-akibat memakan banyak waktu atau saat sebuah masalah sangat rumit dan tim yang menangani tidak mampu untuk mengidentifikasi akar permasalahan. Meskipun begitu, penggunaan diagram tulang ikan tidak dianjurkan saat akar masalah sudah diketahui dan tidak rumit, saat ukuran tim terlalu kecil untuk proses tukar pikiran (*brainstorming*), ada masalah komunikasi antara anggota tim, ada halangan waktu yang menghambat proses tukar pikiran, atau saat tim memiliki pakar-pakar yang mampu menyelesaikan masalah dengan mudah.

Diagram tulang ikan dikenal karena kemudahan penggunaannya, akan tetapi kesederhanaan diagram tulang ikan merupakan kelebihan sekaligus kelemahan instrumen ini. Kesederhanaannya mungkin menyebabkan kesulitan interpretasi hubungan saling terkait antar masalah dan antara penyebab dengan akibat yang terjadi pada situasi yang rumit (WBI Evaluation Group 2017). Ada poin-poin kunci dalam penggunaan diagram tulang ikan, yaitu: a) diagram visual dapat sangat membantu dalam analisis dan ilustrasi masalah yang saling terkait, b) penggunaan fasilitator tim sangat bermanfaat dalam menghindari tim pengguna agar tidak melenceng dari masalah utama sehingga tidak mampu merumuskan rencana aksi, c) eksplorasi isu secara mendetil dapat memunculkan kemungkinan solusi yang tadinya belum dipertimbangkan, dan d) mengajukan pertanyaan terbuka untuk analisis terbukti lebih efektif dalam menentukan hubungan antara penyebab-penyebab utama (NursingTimes 2016).

Analisis Tematik

Analisis tematik merupakan proses mengkode informasi yang dapat menghasilkan daftar tema, model tema atau indikator, kualifikasi terkait dengan tema ketidakberfungsian PAMSIMAS dan SANIMAS. Tema-tema tersebut dapat diperoleh secara induktif dari informasi mentah para informan atau diperoleh secara deduktif dari teori

atau penelitian-penelitian sebelumnya. Tahapan-tahapan pelaksanaan analisis tematik dalam penelitian ini dimulai dengan menyiapkan data yang akan dianalisis dengan cara dikelompokkan kedalam 6M, kemudian mengidentifikasi item-item tertentu yang relevan dengan 6M. Setelah itu, data diurutkan berdasarkan kesamaan tema dan kesamaan tema diuji serta tema diformulasikan dalam sebuah kategori. Perhatikan masing-masing tema secara terpisah dan diperlukan ketekunan untuk menguji kembali masing-masing transkrip jawaban yang memiliki tema yang sama. Dengan menggunakan semua material yang berhubungan dengan masing-masing tema, tema akhir berisi sebuah nama kategori dan pengertiannya bersama dengan data pendukung, dan menyeleksi data yang relevan untuk dibuat menjadi ilustrasi dan melaporkan masing-masing tema, disajikan pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Kebumen

Kabupaten Kebumen mempunyai 17 (tujuh belas) mata air potensial untuk memenuhi kebutuhan irigasi dan air minum. Di sisi lain, ada 2 (dua) waduk yang terdapat di wilayah Kabupaten Kebumen yaitu Waduk Sempor dan Waduk Wadaslintang. Kabupaten Kebumen juga memiliki potensi sumber air tanah sebesar 6,3 juta m³/tahun yang tersimpan dalam cekungan dalam bentuk *aquiver* (Pokja Sanitasi Kabupaten Kebumen 2015). Pada daerah lahan pasir, terdapat 3 (tiga) sub cekungan air tanah antara lain Sub Cekungan Luk Ulo mempunyai potensi air tanah yang cukup besar karena ketebalan *aquiver* mencapai 80m dengan harga tahanan 12 Ohm M sampai 22 Ohm M, Sub Cekungan Bedegolan kedalaman mencapai 44 m dengan harga tahanan 6 Ohm M sampai dengan 17 Ohm M, dan Sub Cekungan Kedungbener dengan ketebalan 30 m dan harga tahanan sebesar 6,4 Ohm M sampai dengan 10 Ohm M. Hasil pemetaan permasalahan dan analisa akar rumput di Kabupaten Kebumen ditunjukkan pada Tabel 2.

Selain berdasarkan hasil kuesioner kepada KSM program yang kemudian disajikan dalam analisis diagram tulang ikan, juga dilakukan kuesioner terhadap fasilitator program dan koordinator program per kabupaten. Hasil analisis kuesioner terhadap fasilitator dan koordinator program menghasilkan daftar kebutuhan perbaikan teknologi air bersih. Daftar kebutuhan perbaikan teknologi air bersih meliputi spesifikasi fungsi teknologi, aksesibilitas, dan spesifikasi teknis teknologi. Daftar Kebutuhan Teknologi Air Bersih

Tabel 1 Matriks Klasifikasi Masalah

No	Dimensi	Uraian
1	<i>Man</i>	a. Partisipasi rendah: <ul style="list-style-type: none"> • Keinginan masyarakat untuk membayar • Keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan sarana fisik b. Pemahaman tentang masalah air bersih c. Tindakan reaktif: <ul style="list-style-type: none"> • Perebutan air • Pengelolaan saat musim langka air d. Tidak ada aktivitas pemeliharaan e. Anggota keluarga f. Organisasi pengelola: <ul style="list-style-type: none"> • Tidak aktif • Tidak ada honor • Kurangnya tenaga • Monev tidak rutin • Pengelola tidak aktif
2	<i>Method</i>	a. Tidak ada kerjasama dengan lembaga lain b. Pengelolaan sarana prasarana tidak sesuai pedoman program c. Tidak ada upaya pemanfaatan lain d. Pengelola tidak ada koordinasi dengan pemerintah daerah e. Metode pembayaran: <ul style="list-style-type: none"> • Penagihan • Tidak rutin f. Metode monev : <ul style="list-style-type: none"> • Kurang baik • Tidak rutin
3	<i>Machine</i>	a. Keterampilan masyarakat yang rendah dalam memanfaatkan teknologi sederhana b. Kendala dalam mengoperasikan sarana dan prasarana c. Tidak ada yang memahami kebutuhan pelayanan air limbah
4	<i>Material</i>	a. Sarana prasarana: <ul style="list-style-type: none"> • Tidak berfungsi • Tidak sesuai standar baku mutu • Penempatan fasilitas pada tanah desa • MCK di fasilitas umum menjadi satu b. Teknologi tidak mampu: <ul style="list-style-type: none"> • Kawasan perkotaan • Sederhana dengan pendekatan masyarakat • Mengolah air limbah mencapai kualitas
5	<i>Money</i>	a. Kurangnya iuran dari masyarakat b. Neraca keuangan minus c. Tidak ada audit keuangan d. Tidak ada laporan dan bukti keuangan e. Saat ini tidak ada lagi penagihan iuran oleh pengelola
6	<i>Mileu</i>	a. Pengurangan debit air saat musim kemarau sehingga kontinuitas dan layanan terbatas b. Distribusi air bersih tidak merata karena kondisi geografi perbukitan

berdasarkan Fasilitator dan Koordinator Program di Kabupaten Kebumen disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2 Analisis Akar Masalah dengan Diagram Tulang Ikan Kabupaten Kebumen

No	Dimensi	Uraian
1	<i>Man</i>	a. Partisipasi rendah: <ul style="list-style-type: none"> • Keinginan masyarakat untuk membayar • Keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan sarana fisik b. Pemahaman tentang masalah air bersih c. Tindakan reaktif: <ul style="list-style-type: none"> • Perebutan air • Pengelolaan saat musim langka air d. Tidak ada aktivitas pemeliharaan e. Anggota keluarga f. Organisasi pengelola: <ul style="list-style-type: none"> • Tidak aktif • Tidak ada honor • Kurangnya tenaga • Monev tidak rutin • Pengelola tidak aktif
2	<i>Method</i>	a. Tidak ada kerjasama dengan lembaga lain b. Pengelolaan sarana prasarana tidak sesuai pedoman program c. Tidak ada upaya pemanfaatan lain d. Pengelola tidak ada koordinasi dengan pemerintah daerah e. Metode pembayaran: <ul style="list-style-type: none"> • Penagihan • Tidak rutin f. Metode monev : <ul style="list-style-type: none"> • Kurang baik • Tidak rutin
3	<i>Machine</i>	a. Keterampilan masyarakat yang rendah dalam memanfaatkan teknologi sederhana b. Kendala dalam mengoperasikan sarana dan prasarana c. Tidak ada yang memahami kebutuhan pelayanan air limbah
4	<i>Material</i>	a. Sarana prasarana: <ul style="list-style-type: none"> • Tidak berfungsi • Tidak sesuai standar baku mutu • Penempatan fasilitas pada tanah desa • MCK di fasilitas umum menjadi satu b. Teknologi tidak mampu: <ul style="list-style-type: none"> • Kawasan perkotaan • Sederhana dengan pendekatan masyarakat • Mengolah air limbah mencapai kualitas
5	<i>Money</i>	a. Kurangnya iuran dari masyarakat b. Neraca keuangan minus c. Tidak ada audit keuangan d. Tidak ada laporan dan bukti keuangan e. Saat ini tidak ada lagi penagihan iuran oleh pengelola f. Tidak ada peralatan terkait inventarisasi g. Suku cadang (tidak ada biaya) h. Penyampaian laporan keuangan bersifat insidental
6	<i>Mileu</i>	a. Pengurangan debit air saat musim kemarau sehingga kontinuitas dan layanan terbatas b. Distribusi air bersih tidak merata karena kondisi geografis perbukitan

Tabel 3 Kebutuhan Perbaikan Teknologi Air Bersih Kabupaten Kebumen

No	Spesifikasi Fungsi Teknologi	Aksesibilitas	Spesifikasi Teknis Teknologi
1	Teknologi sederhana, mudah dioperasionalkan, murah dan debit air dapat selalu disesuaikan dengan pertumbuhan masyarakat	Sumber air tetap ada dan terjaga baik di dataran rendah maupun tinggi	Kimia: Penambahan Tawas
2	Jaminan Kontinuitas	Penerapan perencanaan penggunaan teknologi yang efisien	Biologi: PDTA untuk pelestarian sumber air dengan penghijauan
3	Keberfungsian DAS dan DTA saat musim kemarau		Fisik: Saringan pasir lambat dan konstruksi disesuaikan dengan kondisi lingkungan
4	Memenuhi baku mutu <i>effluent</i>		Engineering: Pompa sederhana, perawatan mudah dan biaya operasional murah

Kabupaten Rembang

Pada tahun 2018, pendanaan PAMSIMAS bersumber dari DAK di 6 desa dan APBD di 8 desa. Desa Gedongmulyo, merupakan desa PAMSIMAS yang akan selalu merah/tidak berfungsi karena sumber air yang digunakan asin, sehingga masyarakat sudah dilayani oleh perpipaan PDAM dan cakupannya mencapai 100%. Meskipun sudah terlayani PDAM, sebagian Kajar masih membeli air dari tangki *pick up* yang dimiliki oleh pihak swasta yang kira-kira berjumlah 4 (empat) perusahaan. Mata air untuk penyediaan air bersih di Kabupaten Rembang bagian timur disediakan oleh Desa Sumber Semen.

Kabupaten Rembang memiliki 107 (seratus tujuh) lokasi PAMSIMAS, dimana terdapat 12 (dua belas) lokasi PAMSIMAS yang tidak berfungsi, 6 (enam) lokasi PAMSIMAS sebagian berfungsi, dan 89 (delapan puluh sembilan) lokasi PAMSIMAS yang masih berfungsi dengan tanda hijau. Hasil Pemetaan Akar Permasalahan di Kabupaten Rembang disajikan dalam Tabel 4.

Hasil analisis kuesioner terhadap fasilitator dan koordinator program yang menghasilkan daftar kebutuhan perbaikan teknologi air bersih di Kabupaten Rembang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4 Analisis Akar Masalah dengan Diagram Tulang ikan Kabupaten Rembang

No	Dimensi	Uraian
1	<i>Man</i>	a. Partisipasi rendah: <ul style="list-style-type: none"> Keinginan masyarakat untuk membayar Anggapan Program Pemerintah b. Pemahaman tentang masalah air bersih dan air limbah c. Tindakan reaktif: <ul style="list-style-type: none"> Perebutan air Kesalahpahaman antara pimpinan desa dengan BPSPAM d. Organisasi pengelola: <ul style="list-style-type: none"> Tidak aktif Honor kurang Organisasi tidak beraktifitas saat musim kemarau e. Demografis <ul style="list-style-type: none"> Pendidikan dan pendapatan rendah f. Pemeliharaan tidak rutin
2	<i>Method</i>	a. Metode kepengurusan berganti-ganti b. Metode kepengurusan diserahkan ke masing-masing RT c. Tidak ada upaya pemanfaatan lain d. Metode pembayaran : <ul style="list-style-type: none"> Penagihan Tidak rutin Kesulitan penagihan e. Metode gravitasi : <ul style="list-style-type: none"> Debit kurang
3	<i>Machine</i>	a. Pipa tersumbat b. Mesin sering rusak karena debit air kurang c. Bak penampung pecah karena panas d. Mesin tidak mampu mengelola air, saat kemarau berbau dan debit kurang
4	<i>Material</i>	Sarana prasarana: <ul style="list-style-type: none"> Tidak berfungsi Paralon dan pipa dicuri Mebutuhkan mesin baru MCK di fasilitas umum tidak ada Tidak memiliki jamban sehingga menimbulkan genangan Pembangunan sarana prasarana Lahan desa
5	<i>Money</i>	a. Kurangnya iuran dari masyarakat b. Tidak ada audit keuangan c. Neraca keuangan minus d. Saat ini tidak ada lagi penagihan iuran oleh pengelola e. Tidak ada peralatan terkait inventarisasi f. Suku cadang (tidak ada biaya) g. Penyampaian laporan keuangan bersifat insidental
6	<i>Mileu</i>	a. Air Payau b. Ketiadaan Sumber Air Baku c. Sumber air tidak mencukupi saat musim kemarau d. Perbukitan

Tabel 5 Kebutuhan Perbaikan Teknologi Air Bersih Kabupaten Kebumen

No	Spesifikasi Fungsi Teknologi	Aksesibilitas	Keterjangkauan Teknologi
1	Teknologi sarana prasarana mampu memenuhi baku mutu air minum yang ditentukan UU/ peraturan	Penerapan teknologi disesuaikan dengan kondisi geografis	Dapat dijangkau oleh seluruh masyarakat
2	Jaminan air baku layak untuk mandi, cuci dan masak sesuai hasil uji kelayakan Dinkes minimal 6 bulan sekali	Daerah dataran membutuhkan teknologi seperti sumur bor dengan pengujian geolistrik CAT	Biaya operasional dan pemeliharaan Rp 450.000- Rp 1.500.000
3	Jaminan kontinuitas air baku harus terpenuhi melalui pengembangan kawasan PDTA	Daerah pengunungan membutuhkan teknologi penangkapan mata air	Biaya pergantian suku cadang Rp 1.000.000- Rp 1.500.000
4	Program diarahkan pada seluruh masyarakat	Rekayasa aksesibilitas yang diperlukan agar teknologi sarana prasarana dapat menjangkau sebagian besar masyarakat /PJM proaksi sehingga dapat dijangkau seluruh desa	Dilakukan <i>Uprating/ Re-rating</i>
5	Kapasitas debit rata-rata 1,5-3,33 L/detik dapat ditampung oleh sarana prasarana	Penjernihan air minum	Gaji operator dibayarkan secara rutin sebesar 10%-30% dari pembiayaan teknologi
6	Kemampuan teknologi dapat mengakomodasi pertumbuhan penduduk	IPAS untuk daerah yang tidak memiliki sumber air namun memiliki sungai yang mengalir	Kemampuan masyarakat untuk membayar sekitar: 10.000-35.000/SR/ bulan atau 3.000 m ³ setiap rumah

Kabupaten Selayar

Pemetaan kebutuhan penerapan teknologi air bersih dan sanitasi Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan, merupakan tindak lanjut dari penyusunan advis teknis kebutuhan penerapan teknologi PUPR dan material lokal di Kabupaten Kepulauan Selayar. Hasil koordinasi dan survei awal pemetaan kebutuhan penerapan teknologi pada

Maret 2018 digunakan untuk memberikan gambaran awal kondisi air bersih dan sanitasi di Kabupaten Kepulauan Selayar.

Program sanitasi yang sudah masuk di Kabupaten Kepulauan Selayar yaitu terbangunnya Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik yang bersumber Dana Alokasi Khusus (DAK) untuk daerah terpencil, yang mencakup 9 (sembilan) desa diantaranya 7 (tujuh) desa di darat (Pulau Selayar) dan 2 (dua) desa di wilayah kepulauan (pulau-pulau kecil). Selain itu, terkait dengan infrastruktur sanitasi juga sudah masuk program Kotaku di tahun 2017, PLPBM dengan pembangunan IPAL komunal dengan perpipaan tahun 2017 dan PNPM Mandiri Perkotaan. Hasil Pemetaan Akar Permasalahan di Kepulauan Selayar disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6 Analisis Akar Masalah dengan Diagram Tulang Ikan Kepulauan Selayar

No	Dimensi	Uraian
1	<i>Man</i>	a. Tindakan reaktif: <ul style="list-style-type: none"> • Perkelahian b. Organisasi pengelola: <ul style="list-style-type: none"> • Ketidaksiediaan mengeluarkan biaya c. Tidak ada aktivitas pemeliharaan
2	<i>Method</i>	a. Tidak ada kerjasama dengan lembaga lain b. Pengelolaan sarana dan prasarana tidak sesuai dengan program c. Metode pembayaran penagihan
3	<i>Machine</i>	Keterampilan masyarakat yang rendah dalam memanfaatkan teknologi sederhana
4	<i>Material</i>	a. Sarana prasarana: <ul style="list-style-type: none"> • Tidak berfungsi disebabkan karena kerusakan akibat konflik • Penempatan fasilitas pada desa yang berbeda • Terbatas
5	<i>Money</i>	Tidak ada audit keuangan
6	<i>Mileu</i>	a. Kuantitas : pengurangan debit air saat musim kemarau sehingga kontinuitas dan layanan terbatas b. Kualitas air payau

Hasil analisis kuesioner terhadap fasilitator dan koordinator program yang menghasilkan daftar kebutuhan perbaikan teknologi air bersih di Kepulauan Selayar disajikan pada Tabel 7 sebagai berikut.

Atribut

Atribut yang dimaksud adalah terkait dengan faktor manajemen dalam ide inovasi teknologi, dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 7 Kebutuhan Perbaikan Teknologi Air Bersih Kepulauan Selayar

No	Spesifikasi Fungsi Teknologi	Keterjangkauan Teknologi
1	Teknologi sarana prasarana mampu memenuhi baku mutu air minum yang ditentukan UU/peraturan yang berlaku	Dapat dijangkau oleh seluruh masyarakat
2	Jaminan kontinuitas air baku harus terpenuhi agar mampu memenuhi pertumbuhan kebutuhan	Biaya operasional dan pemeliharaan Rp 3.230.000
3	Pembayaran iuran secara berkelanjutan	Biaya pergantian suku cadang Rp 250.000
4	Pemeliharaan di daerah sumber air	Dilakukan <i>Uprating/Re-rating</i>
5	Kapasitas debit rata-rata 3,33 L/detik dapat ditampung oleh sarana prasarana	Gaji operator dibayarkan secara rutin sebesar 30% dari pembiayaan teknologi prasarana

Man

Terkait dengan atribut yang berhubungan dengan manusia. Terdapat lima masalah pada atribut ini, yang pertama adalah tidak ada aktivitas pemeliharaan /tidak rutin, memerlukan rekomendasi supaya alat dapat berfungsi dengan minimal dan *free maintenance*. Spesifikasi teknis yang diperlukan dari hal ini adalah perlunya ada mekanisme internal (dari komponen) untuk *self relief*. Teknologi Balitbang yang sudah ada yaitu pompa hidram, dengan kesenjangan yaitu teknologi pompa hidram dapat langsung diterapkan untuk mengatasi permasalahan terkait minimnya aktivitas pemeliharaan. Terkait hal tersebut maka spesifikasi organisasi yang diperlukan adalah peningkatan kemampuan pengelolaan dalam bidang kelembagaan dan pengelolaan sarana dan prasarana, melalui pelatihan untuk pengelola dan pengguna, serta *outsourc*e untuk teknisi dengan sistem pembayaran *pay as you go/pay as you use*.

Masalah berikutnya terdapat tindakan reaktif seperti perebutan air, dengan kebutuhan spesifikasi fungsional yaitu dengan adanya *Decision Support System* untuk keputusan pembagian air sesuai prioritas alokasi air. Spesifikasi teknis yang diperlukan adalah sistem informasi penjadwalan dan pembagian air menggunakan algoritma yang dilengkapi dengan katup otomatis. Teknologi luar yang ada adalah *FIGARO – Precision Irrigation Decision Support System (Irigasi)*. Kesenjangan teknologinya adalah teknologi *FIGARO* digunakan dalam pembagian air untuk optimalisasi sistem irigasi, dapat dimodifikasi secara fungsional untuk pembagian alokasi air bersih sesuai prioritas.

Kebutuhan organisasionalnya adalah adanya *tools/manual* tentang kriteria pembagian air (NSPK) dan sosialisasi ke masyarakat.

Masalah ketiga adalah partisipasi masyarakat rendah dimana keinginan masyarakat untuk membayar rendah, sedangkan rekomendasinya adalah memaksa masyarakat untuk rutin membayar. Spesifikasi organisasi yang diperlukan adalah *law enforcement* dengan sistem insentif dan disinsentif, sistem jaminan kelompok (pembebanan per kelompok).

Masalah keempat adalah organisasi pengelola tidak aktif, dengan rekomendasi pengaktifan organisasi pengelola. Spesifikasi organisasi yang diperlukan adalah pembentukan kembali anggota pengelola sesuai kemampuan dan kemauan, serta pelaksanaan kegiatan terkait air bersih dan air limbah yang difasilitasi oleh pemerintah daerah dengan melibatkan pengelola.

Masalah terakhir adalah kurangnya pemahaman tentang masalah air bersih dan air limbah, memerlukan rekomendasi yaitu meningkatkan *awareness interest, desire, and action* dari masyarakat terkait pengelolaan air bersih dan air limbah yang lebih efektif (*educational technology*). Hal ini dilakukan dengan edukasi skema pencemaran air tanah kepada masyarakat oleh Balai Teknologi Air Minum dan Kelompok Pemanfaatan dan Pemeliharaan (KPP), penggunaan media informasi, dan penerapan sistem *charge* (masyarakat membayar air limbah sesuai dengan air bersih yang digunakan).

Method

Masalah pada atribut metode adalah terkait metode pembayaran menggunakan sistem penagihan dan pembayaran yang tidak rutin dilakukan oleh masyarakat. Rekomendasi yang diperlukan adalah menumbuhkan kesadaran pembayaran iuran. Spesifikasi teknis yang diperlukan adalah Sistem pembayaran berbasis aplikasi *android* atau *ios*. Sedangkan spesifikasi organisasi yang diperlukan adalah musyawarah untuk mencapai kesepakatan waktu dan metode pembayaran.

Masalah selanjutnya adalah tidak ada upaya pemanfaatan lain, dengan spesifikasi fungsional yang diperlukan adalah penambahan fitur baru pada sarana dan prasarana yang menambah nilai ekonomi, serta penambahan fitur baru berupa sarana dan prasarana edukasi. Spesifikasi teknis yang diperlukan adalah teknologi air siap minum untuk penjualan air minum kemasan. Teknologi Balitbang yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah ini adalah *IPA Merotek*.

Sedangkan dari luar ada teknologi pengolahan air dengan metode elektrolisis dalam berbagai merek dagang yang sudah umum di pasaran. Selain itu terdapat juga produk teknologi di pasaran dengan sistem penyaringan proses inframerah jauh, *bioceramic*, magnet, dan filtrasi. Dalam hal ini teknologi IPA Merotek diharapkan agar mampu bersaing dengan teknologi dari luar sehingga lebih ringkas, *compact*, dan lebih mudah dalam menentukan pH air olahannya. Untuk kebutuhan organisasional adalah perlunya membentuk dan menumbuhkan UMKM masyarakat.

Masalah lainnya terkait dengan tidak ada kerjasama dengan lembaga lain, rekomendasi fungsionalnya adalah dengan penyediaan potensi pengembangan dan kerjasama serta kerjasama penyediaan air antar wilayah. Spesifikasi teknis yang diperlukan adalah dengan penggunaan sistem modular untuk penambahan kapasitas teknologi (penambahan kapasitas/fungsi cadangan yang memungkinkan untuk pengembangan). Teknologi luar yang ada adalah *Newterra Modular Water Treatment System*. Kesenjangan yang perlu diselesaikan adalah teknologi sistem modular dari teknologi eksternal/luar berupa teknologi modular dengan sistem "*mobile*" dimana sistem modular yang digunakan berupa satuan rangkaian teknologi yang sudah ditentukan kapasitasnya, sehingga penambahan kapasitas pengolahan dapat dilakukan dengan menambahkan beberapa paket teknologi. Spesifikasi organisasi yang diperlukan adalah melakukan kerjasama dengan konsultan teknis dan *NGO* untuk pendampingan program dan penyediaan air bersih multidesa.

Masalah terakhir terkait dengan pengelolaan Sarpras tidak sesuai pedoman program. Rekomendasi fungsionalnya adalah dengan pengelolaan sarana dan prasarana sesuai dengan pedoman juknis. Sedangkan untuk spesifikasi organisasinya adalah dengan sosialisasi pedoman, penyusunan pedoman yang lebih informatif dan menarik, serta peningkatan kapasitas pengelola dalam bentuk pelatihan.

Machine

Machine, terkait dengan atribut yang berkaitan dengan alat dan teknologi. Masalah pada atribut ini hanya satu yaitu teknologi yang digunakan kurang sederhana bagi penerima manfaat. Rekomendasi fungsionalnya adalah dengan penggunaan teknologi tepat guna dan peningkatan kapasitas pengelola dalam penggunaan teknologi. Spesifikasi teknis yaitu terkait dengan teknologi air bersih dengan kemudahan pengoperasian, *less maintenance*, keterjangkauan biaya. Kemampuan ini dapat ditemukan pada teknologi Balitbang PUPR yaitu

Saringan Rumah Tangga (SARUT) dan beberapa produk merek dagang swasta. Kesenjangannya adalah pada saringan rumah tangga dapat juga dilengkapi dengan proses desinfeksi seperti pada produk teknologi di pasaran agar dapat menghasilkan air siap minum. Teknologi Air Limbah dengan kemudahan pengoperasian, *less maintenance*, keterjangkauan biaya, ditemukan pada teknologi Balitbang *Biocontactor dan Meralis*. Sedangkan dari luar terdapat teknologi *Biokube*. Kesenjangan teknologinya adalah *Biocontactor* merupakan teknologi yang dapat langsung diterapkan. Teknologi luarnya adalah *Rotating Biological Contact* (Pusat Teknologi Limbah), *Tripling Filter* (Jogja-Peninggalan Belanda), *Biofiltrasi (JICA) blower dan aerasi*. Kesenjangan teknologi adalah *Meralis* merupakan teknologi yang sudah kompak dan dapat langsung diterapkan. Spesifikasi organisasionalnya adalah pelatihan teknis penggunaan teknologi secara berkala.

Material

Masalah pada atribut ini adalah tidak berfungsinya sarana dan prasarana serta pembangunan sarana dan prasarana terletak di lahan desa lain. Spesifikasi fungsionalnya adalah dengan pengelolaan sarana dan prasarana agar dapat berfungsi terus menerus serta kerjasama penyediaan air antar wilayah. Spesifikasi organisasionalnya adalah dengan Penjadwalan perbaikan serta kriteria pengadaan barang (pemilihan material yang awet). Selain itu diperlukan penyediaan air bersih multi- desa.

Money

Money, terkait dengan atribut yang berhubungan dengan pengelolaan dana. Permasalahan pada atribut *money*, tidak ada audit keuangan, rekomendasinya adalah pelaksanaan audit laporan keuangan berkala, dengan spesifikasi organisasionalnya adalah pengadaan dan penjadwalan audit laporan keuangan. Kurangnya iuran dari masyarakat dapat diselesaikan dengan masyarakat membayar sesuai penggunaan dan kesepakatan. Beberapa spesifikasi teknis yang diperlukan adalah meteran air, otomatis dan sistem Prabayar. Teknologi Balitbang yang sudah ada adalah Model Sistem Sambungan Rumah (meteran air), sedangkan teknologi luar adalah *Smart Card Prepayment Water Meter*. Kesenjangannya adalah hal ini dapat menjadi solusi permasalahan seperti penunggakan pembayaran dan kesalahan pencatatan meteran. Kebutuhan organisasionalnya adalah *law enforcement* dengan sistem insentif dan disinsentif, sistem jaminan kelompok (pembebanan per kelompok).

Masalah lainnya ialah neraca keuangan minus, yang dapat diselesaikan dengan kesesuaian jumlah pengeluaran dan jumlah pemasukan kas, dengan aspek kelembagaan melakukan penertiban pencatatan pengeluaran dan pemasukan kas, serta penyusunan aplikasi keuangan.

Masalah selanjutnya adalah tidak adanya pencatatan terkait inventaris, laporan inventarisasi berkala dengan aspek kelembagaannya melakukan penertiban pencatatan inventarisasi aset, serta penyusunan aplikasi pendukung.

Masalah penyampaian laporan bersifat insidental tidak rutin, yang dapat diselesaikan dengan adanya laporan bulanan, dimana laporan dapat disampaikan dalam rapat bersama yang dilakukan setiap bulan.

Masalah tidak ada penagihan iuran oleh pengelola, diselesaikan dengan iuran ditagih rutin setiap bulan oleh pengelola, melakukan penertiban penagihan per bulan dengan *law enforcement* dengan sistem insentif dan disinsentif.

Masalah suku cadang (tidak ada biaya) dapat diselesaikan dengan tersedianya kas untuk pembelian suku cadang dan perbaikan dengan penganggaran khusus untuk pengeluaran perbaikan.

Mileu

Masalah air payau dengan rekomendasi spesifikasi fungsionalnya yaitu mampu melakukan proses pengolahan air payau menjadi air bersih. Spesifikasi teknisnya yaitu pengolahan air payau menjadi air bersih, dengan teknologi yang dimiliki Balitbang yaitu Teknologi Pengolahan Air Payau Sistem Membran ALS (Tekanan Rendah) serta Pengolahan Air Payau Sistem Destilator Surya Atap Kaca. Teknologi luar yang dimiliki adalah *Pureaqua Brackish Water Reverse Osmosis (BWRO)*. Kesenjangannya adalah Teknologi Teknologi Pengolahan Air Payau Sistem Membran ALS menggunakan membran bertekanan rendah, sehingga biaya operasional lebih rendah, dan teknologinya siap terap pada daerah-daerah sulit air dan listrik, seperti daerah pesisir atau pulau-pulau kecil.

Masalah berikutnya terkait dengan kuantitas yaitu pengurangan debit air saat musim kemarau sehingga kontinuitas dan layanan terbatas. Rekomendasi berupa spesifikasi fungsi yaitu terkait kemampuan mencari alternatif sumber air baru. Teknologi yang sudah ada di Balitbang yaitu Penangkapan Air Hujan (PAH), dan teknologi Pemanfaatan Air Hujan model *Automatic Control*

System (ACS). Teknologi yang tersedia dari luar adalah Sistem pemanfaatan air hujan dengan penampungan air hujan (BPPT). Kesenjangan yang dapat dikembangkan dalam bentuk sistem penangkapan dan pengolahan air hujan secara komunal. Penanganan masalah selanjutnya terkait fungsi adalah mampu menyimpan cadangan air yang berkapasitas lebih besar. Kemampuan teknis yang diperlukan adalah untuk penyimpanan air. Teknologi yang dimiliki Balitbang yaitu *Sub Reservoir Air Hujan dan Aquifer Storage and Recovery*. Sedangkan teknologi luar yang ada adalah Sumur resapan air hujan komunal (*Rain Harvesting System*), dengan kesenjangan penerapannya yaitu memiliki konsep sama, teknologi litbang *sub reservoir* air hujan sudah siap terap, sedangkan *Aquifer Storage and Recovery* sudah siap terap. Selain itu terdapat teknologi luar *Solid Rain*, yang dalam penerapannya memerlukan kapasitas besar dan membutuhkan biaya besar. Rekomendasi lainnya adalah terkait dengan upaya menumbuhkan kesadaran gaya hidup hemat air, yang memerlukan penegakan aturan penggunaan air, edukasi peranan dan pentingnya penggunaan air secara bijak.

Masalah distribusi air bersih tidak merata karena kondisi geografi perbukitan, memerlukan penyelesaian mampu mendistribusikan air bersih sampai pada pelanggan (Sambungan Rumah). Spesifikasi teknis yang diperlukan adalah distribusi air bersih memanfaatkan kondisi geografis perbukitan, dengan peletakan *water treatment plant* (WTP) dan *reservoir* di tempat dengan elevasi lebih tinggi dari daripada tempat yang menjadi sasaran distribusi (di atas bukit atau gunung). Teknologi luar yang ada adalah *Intake, WTP* dan *reservoir* yang dibangun di satu kawasan yang cukup tinggi. Kesenjangan penerapannya adalah dapat diterapkan pada proses perencanaan sistem perpipaan di daerah perbukitan.

KESIMPULAN

Pemetaan kebutuhan teknologi bertujuan untuk menjawab isu strategis, tantangan, dan kebutuhan pasar pembangunan infrastruktur PUPR, yang menjadi bahan masukan program litbang untuk dikaji dan dikembangkan lebih lanjut. Penelitian ini telah mengidentifikasi kebutuhan teknologi air minum dan sanitasi, pada program Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS). Dalam prosesnya, telah dilakukan identifikasi permasalahan /isu dan tantangan di lapangan yang merumuskan kebutuhan teknologi, identifikasi ketersediaan teknologi, serta analisa sinkronisasi kebutuhan dan ketersediaan teknologi, sebagai

dasar penyusunan rekomendasi pemetaan teknologi dan panduan untuk penelitian yang akan di masa depan.

Identifikasi permasalahan /isu dan tantangan di lapangan dilakukan dengan melihat permasalahan teknis dan nonteknis pelaksanaan program PAMSIMAS. Hasil pemetaan permasalahan diklasifikasikan kedalam 6 kelompok, yaitu 6M (*man, metode, material, man power, mileu, dan money*).

Hasil-Hasil teknologi Balitbang di Kementerian PUPR memerlukan pengembangan agar dapat diterapkan berdasarkan kebutuhan dan permasalahan di lapangan, diantaranya adalah: Instalasi IPA Merotek dengan penambahan proses elektrolisis, Teknologi Saringan Rumah Tangga dilengkapi dengan proses desinfeksi, Teknologi Meteran Air dengan Sistem Prabayar, dan Teknologi Penangkapan dan Pengolahan Air Hujan Sistem Komunal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada kepala Balai Litbang Penerapan Teknologi, tim sekretariat penelitian, Yonanda Rayi Ayuningtyas, Shandy Cecilia Situmorang, Nur Rahma Sari, Nur Alvira Pasawati, Arif Koes Hernawan, dan semua pihak yang terlibat di dalam penelitian dan penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asih, Retno Sulistyaning. 2006. "Kajian Aspek-Aspek yang Mempengaruhi Penyediaan Air Bersih Secara Individual Di Kawasan Kaplingan Kota Blora." Universitas Diponegoro.
- Bose, Tarun Kanti. 2012. "Application of Fishbone Analysis for Evaluating Supply Chain and Business Process- A Case Study On The St James Hospital." *International Journal of Managing and Supply Chains (IJMVSC)* 3: 2.
- Dinanti, Dian, Bunga Annisa Fadillah, Diana Valentina, Muhammad Iqbal Hakim, dan Mayang Wigayatri. 2020. "Pemetaan Potensi Perkebunan Desa Amadanom Kecamatan Dampit Berbasis Partisipatif." *Geography: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan* 8 (2): 151-62.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PUPR. 2015. "Infrastruktur Permukiman harus didukung Akses Aman Air Minum dan Sanitasi Layak." 2015.

- Doggett, A. Mark. 2018. "Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection." *Quality Management Journal* 12 (4): 34–45. <https://doi.org/10.1080/10686967.2005.11919269>.
- Mindmeister. 2018. "Kepner-Tregoe Problem Solving and Decision Making (PSDM) Study Guide Mind Map." 2018.
- NursingTimes. 2016. "Using Fishbone Analysis to Investigate Problems." *Nursing Practice*. 2016.
- PAMSIMAS. 2018. "Pedoman Umum Program Pamsimas." Jakarta.
- Pokja Sanitasi Kabupaten Kebumen. 2015. *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Kebumen*. Kebumen, Jawa Tengah.
- Portal Informasi Indonesia. 2019. "Mengejar Pencapaian Akses 100 di 2019." 2019.
- Saniti, Dian. 2012. "Penentuan Alternatif Sistem Penyediaan Air Bersih Berkelanjutan Di Wilayah Pesisir Muara Angke." *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* 23 (3): 197–208.
- WBI Evaluation Group. 2017. "Fishbone Diagrams." 2017.

METODE ANALISIS DISKRIMINAN DALAM MENGENALI KARAKTERISTIK PENGHUNIAN RUMAH MASYARAKAT BERPENDHASILAN RENDAH (MBR)

Discriminant Analysis Methods in Recognizing the Occupancy Characteristics Houses of Low Income Society

Yulinda Rosa

Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, Direktorat Jenderal Cipta Karya,
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat,
Jalan Panyawungan, Cileunyi Wetan, Kabupaten Bandung, 40393
E-mail : yulindarosa@gmail.com

Diterima : 11 Desember 2021 ; Disetujui : 28 April 2022

Abstrak

Kebutuhan perumahan masyarakat merupakan sesuatu yang akan mengalami perubahan sesuai dengan perkembangan ekonomi (lama bekerja, perkembangan kedudukan jabatan, peningkatan pendidikan dan lain-lain) serta perkembangan kehidupan sosial (berkaitan dengan siklus hidup, pola pikir). Perencanaan program penyediaan perumahan perlu mengakomodir kondisi tersebut. Tujuan dari penyusunan tulisan ini dalam rangka mengenal atau mengetahui karakteristik MBR untuk beberapa alternatif status tinggal suatu keluarga dalam suatu rumah, sesuai dengan perkembangan sosial dan ekonominya, dengan mengambil studi kasus di Kota Daerah Istimewa Yogyakarta, dan metode analisis yang digunakan adalah analisis diskriminan. Metode multistage sampling (sampling bertahap) digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini, mengambil resiko kesalahan kurang dari 1%, ditentukan jumlah sampel sebesar 600 kepala keluarga dari 131.092 Kepala Keluarga (KK) di Kota Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode analisis deskriptif dan analisis diskriminan. Persamaan fungsi diskriminan yang dibentuk dengan klasifikasi status tinggal tiga (3) klaster sangat memperbaiki (lebih layak) persamaan fungsi diskriminan lima (5) klaster memperlihatkan adanya kenaikan cukup signifikan untuk ketepatan penaksiran pengelompokan objek ke dalam klaster status tinggal: 1) Kenaikan sebesar 35,5% untuk status tinggal dengan orang tua; 2) Kenaikan sebesar 24,4 % untuk status tinggal sewa/kontrak; 3) Kenaikan sebesar 29 % untuk status tinggal milik.

Kata Kunci: Analisis diskriminan, karakteristik masyarakat, sosial dan ekonomi, MBR, Kota Daerah Istimewa Yogyakarta

Abstract

Community housing needs are something that will change according to economic development (length of work, development of position, increased education, etc.) and development of social life (related to the life cycle, mindset). Planning for housing provision programs needs to accommodate these conditions. The purpose of compiling this paper is to identify or determine the characteristics of low income society for several alternative living statuses of a family in a house, according to their social and economic development, by taking a case study in the Special Region of Yogyakarta, and the analytical method used is discriminant analysis. The multi-stage sampling method was used for sampling in this study, taking a risk of error of less than 1%, determined by the number of samples of 600 families from 131,092 Heads of Families (KK) in the Special Region of Yogyakarta. Descriptive and discriminant analyses were used. The discriminant function equation formed by the classification of residence status into three (3) clusters greatly improves (more feasible) the discriminant function equation in five (5) clusters shows a significant increase in the accuracy of the estimation of grouping objects into clusters of residence status: 1) An increase of 35.5% for the status of living with parents; 2) An increase of 24.4% for rental/contract stay status; 3) An increase of 29% for the status of residence owned.

Keywords: Discriminant analysis, community characteristics, social and economic, low income society, Yogyakarta Special Region

PENDAHULUAN

Kebutuhan dasar manusia diatur dalam Undang-Undang (UU) Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Pemukiman yang mana disebutkan bahwa setiap orang berhak untuk hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal, dan mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat. Kewajiban pemerintah untuk melindungi warganya dalam memenuhi kebutuhan dasar salah satunya tempat tinggal melalui program penyediaan perumahan khususnya melalui subsidi penyediaan perumahan bagi MBR. Definisi MBR adalah masyarakat yang mempunyai keterbatasan daya beli sehingga perlu mendapat dukungan pemerintah untuk memperoleh rumah. Perencanaan program penyediaan perumahan seharusnya memandang kebutuhan perumahan bagi seseorang atau keluarga merupakan sesuatu akan mengalami perubahan sesuai dengan perkembangan ekonomi (lama bekerja, perkembangan kedudukan jabatan, peningkatan pendidikan dan lain-lain) serta perkembangan kehidupan sosial (berkaitan dengan siklus hidup, pola pikir). Awal mandiri dan baru bekerja dengan pendapatan yang masih kecil, serta jumlah anggota keluarga masih sedikit (*single*, atau baru menikah), akan berbeda kebutuhan dan kemampuan dalam memenuhi kebutuhan tempat tinggal dengan seseorang atau keluarga dengan pengalaman kerja yang sudah lama. Ditambah lagi mendapatkan peningkatan jabatan, sehingga taraf kehidupan ekonomi meningkat dan jumlah keluarga mengalami penambahan (Rosa, 2019).

Berbagai program penyediaan perumahan bagi MBR telah dijalankan diantaranya: (1) KPR dengan bunga rendah dan tenor panjang, (2) pembangunan rumah susun sederhana, dan rumah sangat sederhana (RSS) dengan harga terjangkau, (3) Gerakan Nasional Pengembangan Sejuta Rumah (GNPSR) yang dicanangkan tahun 2002 dan dicanangkan kembali pada tahun 2015 oleh Presiden Joko Widodo, (4) pembangunan seribu tower rumah susun, pembentukan pasar sekunder perumahan melalui pendirian BUMN PT. SMF, dan (5) Kredit Pemilikan Rumah melalui Fasilitas Likuiditas Pembiayaan Perumahan (KPRFLPP), Subsidi Selisih Bunga dan Bantuan Uang Muka. Namun dalam pelaksanaannya program tersebut masih banyak menyisakan permasalahan, salah satunya terjadi ketidaktepatan penerapan program. MBR yang mampu mengakses skema pembiayaan melalui KPR FLPP adalah MBR dengan penghasilan Rp3.850.000,- atau hampir mendekati Rp4.000.000,- per bulan. Sementara itu struktur penghasilan masyarakat Indonesia sebanyak 60% berpenghasilan di bawah Rp3,6 juta per bulan

(sumber: Direktorat Jenderal Pembiayaan Perumahan tahun 2015 yang bersumber dari data Badan Pusat Statistik (BPS) dan Bank Dunia). Artinya, sangat sulit bagi 60% penduduk Indonesia untuk dapat mengakses kebijakan kepemilikan rumah melalui skema KPR FLPP (Puskim, 2016). Pelaksanaan kebijakan atau program Rutilahu di Kecamatan Arcamanik Kota Bandung belum sepenuhnya tercapai atau dengan kata lain belum banyak membantu masyarakat untuk meningkatkan kualitas hidup/derajat kesehatan masyarakat miskin, dilihat dari belum meningkatnya setiap kondisi rumah dan penyediaan sarana-prasarananya (Wahyudin 2019). Menurut Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Kampar terkait bantuan program penyediaan rumah layak huni belum diterapkan secara merata ke seluruh desa yang ada. Bahkan ada desa yang warganya sama sekali tidak menerima bantuan program rumah layak huni ini. Anggaran yang diberikan pemerintah untuk pembangunan rumah layak huni ini semakin meningkat atau bertambah jumlah nominal-nya, namun tidak dibarengi oleh meningkatnya pula kualitas bangunan yang ada (Samosir, 2017). Salah satu penyebab terjadinya permasalahan di atas adalah program digulirkan tanpa terlebih dahulu mengenal secara dalam karakteristik masyarakat penerima subsidi, sehingga program tidak berjalan secara semestinya dan terjadi kesalahan sasaran penerima program.

Tujuan dari penyusunan tulisan ini dalam rangka mengenal atau mengetahui karakteristik MBR untuk beberapa alternatif status tinggal suatu keluarga dalam suatu rumah. Berbagai metode analisis dapat digunakan untuk mendapatkan informasi tersebut, namun dalam bahasan ini difokuskan pada pengenalan karakteristik MBR dalam penghunian rumah untuk berbagai status tinggal penghuni (sewa, milik atau menumpang orang tua atau menumpang orang lain), mengambil studi kasus di Kota Daerah Istimewa Yogyakarta, dan metode analisis yang digunakan adalah analisis diskriminan.

Diskriminan adalah analisis statistik dalam bentuk regresi dengan variabel terikat berbentuk non-metrik atau kategori dan variabel bebas berbentuk metrik atau kuantitatif. Analisis ini digunakan pada hubungan dependensi (hubungan antar variabel dimana sudah bisa dibedakan mana variabel tak bebas dan mana variabel bebas) (Ghozali, 2006). Teknik analisis diskriminan dibedakan menjadi dua, yaitu analisis diskriminan dua kelompok/kategori jika variabel tak bebas dikelompokkan menjadi dua maka diperlukan satu fungsi diskriminan. Jika variabel tak bebas dikelompokkan menjadi lebih

dari dua kelompok maka disebut analisis diskriminan berganda (*multiple discriminant analysis*) diperlukan fungsi diskriminan sebanyak ($k - 1$) dengan banyaknya kategori adalah k kategori. Pengelompokkan ini bersifat *mutually exclusive*, dalam artian jika objek A sudah masuk ke kelompok 1, maka ia tak mungkin juga dapat menjadi anggota kelompok 2 (Andriani dkk, 2011). Analisis diskriminan digunakan untuk membuat satu model prediksi keanggotaan kelompok yang didasarkan pada karakteristik-karakteristik yang diobservasi untuk masing-masing kasus. Prosedur ini menghasilkan fungsi diskriminan yang didasarkan pada kombinasi-linier yang berasal dari variabel-variabel bebas yang dapat menghasilkan perbedaan paling baik antara kelompok-kelompok yang dianalisis (Yuniarko, 2019)

Rumus umum fungsi analisis diskriminan berkaitan kombinasi linear adalah:

$$D_i = b_0 + b_1X_{i2} + b_2X_{i3} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

D_i = Variabel tak bebas, nilai (skor) diskriminan dari responden (objek) ke- i ,

Dimana $i = 1,2,3, \dots, n$;

X_{ij} = Variabel (atribut) ke- j dari responden ke- i

b_j = Koefisien diskriminan dari variabel atau atribut ke- j

Asumsi yang harus dipenuhi untuk menggunakan metode ini :

1. Data berdistribusi normal *multivariate*;
2. Matriks *kovarians* dari semua variabel bebas sama

METODE

Sebagai lokasi pembahasan dipilih Kota Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai studi kasus kota sedang. Gambaran karakteristik masyarakat Kota Daerah Istimewa Yogyakarta, dilihat berdasarkan data primer dari sampel, dengan unit sampling keluarga. Metode *multystage sampling* (sampling bertahap) digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini, mengambil resiko kesalahan kurang dari 1%, ditentukan jumlah sampel sebesar 600 kepala keluarga dari 131.092 Kepala Keluarga (KK) di Kota Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik masyarakat pada setiap status tinggal keluarga dalam suatu rumah, sedangkan analisis diskriminan digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel yang berpengaruh terhadap tipe kepemilikan rumah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan kegiatan untuk mengenali karakteristik beberapa kelompok penghuni rumah melalui analisis diskriminan:

4. Penentuan variabel terikat dan variabel bebas berdasarkan persyaratan yang telah ditentukan dalam penggunaan analisis diskriminan;
5. Pemenuhan asumsi yang telah dipersyaratkan dalam penggunaan analisis diskriminan;
6. Uji variabel sebagai penentu karakteristik penghuni rumah;
7. Melakukan analisis diskriminan.

Penentuan Variabel Terikat dan Variabel Bebas

Status penghunian rumah merupakan variabel terikat dengan skala pengukuran ordinal, dengan pengelompokkan sebagai berikut:

- 1) Milik (nilai skor 7);
- 2) Sewa/kontrak (nilai skor 5);
- 3) Dinas (nilai skor 4);
- 4) Ikut orang tua (nilai skor 3);
- 5) Ikut orang lain (nilai skor 2);
- 6) Lainnya (nilai skor 1);

Pemilikan rumah merupakan tujuan tertinggi suatu keluarga dalam kehidupan berkeluarganya, dengan memiliki rumah kehidupan keluarga menjadi lebih stabil, karena tidak perlu memikirkan harus berpindah rumah untuk setiap rentang waktu tertentu (Hong, 2014). Pembelian rumah pertama pada umumnya berfungsi untuk memenuhi kebutuhan pokok keluarga, karena kondisi rumah sangat berpengaruh terhadap kualitas hidup berkeluarga khusus-nya untuk pembinaan anggota keluarga (Khan, 2017). Status penghunian rumah diberikan nilai tertinggi karena merupakan capaian tertinggi, sehingga diberikan jarak 2 angka dengan sewa atau kontrak, sedangkan untuk kelompok lainnya diberikan jarak 1 angka. Kebutuhan rumah seseorang atau keluarga atau masyarakat bersifat dinamis sesuai dengan siklus hidup yang dipengaruhi oleh perkembangan ekonomi, sosial dan budaya dari masyarakat tersebut, mulai dari masih *single*, hidup mandiri berpisah dari orang tua, menikah, punya anak, anak tumbuh sampai dewasa, hidup mandiri. Pemenuhan tempat hunian akan berkembang sesuai dengan berjalannya siklus hidup (Sulasmu, 2020). Hasil analisis yang dilakukan oleh Salim et.al (2018), di Kebagusan City, Bandar Kemayoran, Sentra Timur, menginformasikan bahwa karakteristik penghuni terdiri dari pembeli yang memiliki kesamaan pada usia, status pernikahan, pendidikan terakhir, asal daerah, pengeluaran untuk makan per bulan.

Sedangkan untuk penyewa memiliki kesamaan status pernikahan, pekerjaan, hunian sebelumnya dan pengeluaran untuk air, listrik dan *service charge* per bulan.

Variabel bebas merupakan data dengan skala pengukuran rasio, terdiri dari sebelas variabel:

- 1) Luas bangunan;
- 2) Luas tanah;
- 3) Pendapatan;
- 4) Umur kepala keluarga (KK);
- 5) Jumlah anggota keluarga;
- 6) Jumlah anak;
- 7) Jumlah kepala keluarga (KK) dalam satu rumah;
- 8) Umur menikah pertama;
- 9) Umur punya anak; dan
- 10) Umur memiliki rumah;

Dasar dari penentuan variabel bebas tersebut berdasarkan pembahasan analisis konstruk untuk penyusunan instrumen ukur *housing career*, sudah di bahas dalam tulisan (Rosa, 2020).

Pemenuhan Asumsi

Asumsi yang perlu dipenuhi dalam penggunaan metode analisis diskriminan:

- 1) Variabel independen berdistribusi normal, bila tidak dipenuhi dapat menggunakan analisis regresi logistik, data yang akan dianalisis dalam pembahasan ini sudah memenuhi persyaratan distribusi normal, sehingga dapat menggunakan analisis diskriminan. Uji normalitas tidak dibahas dalam tulisan ini.
- 2) Matriks *kovarians* dari semua variabel independen sama, bila asumsi ini tidak dapat dipenuhi maka dapat menggunakan regresi

kuadratik, tapi beberapa referensi memberikan informasi walaupun tetap menggunakan distribusi linier masih bisa dilakukan.

Uji kesamaan *kovarians* matriks variabel independen digunakan menggunakan metode Box's M dengan rumusan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Grup *kovarians* matriks relatif sama
 H_1 : Grup *kovarians* matriks berbeda secara nyata

Statistik uji:
 Jika Sig. > 0,05 berarti H_0 diterima
 Jika Sig. < 0,05 berarti H_0 ditolak

Tabel 1 Uji Kesamaan *Kovarians*

Box's M		215.011
F	Approx.	3.276
	df1	60
	df2	7239.176
	Sig.	0.000

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil statistik uji adalah tolak H_0 , artinya bahwa grup *kovarians* matriks berbeda secara nyata, artinya asumsi *kovarians* matriks tidak dapat dipenuhi, hubungan linier antara variabel dependen dan independen tidak dapat dipenuhi, artinya hubungan tersebut bisa merupakan kuadratik atau lainnya, namun berdasarkan beberapa referensi bila hubungan kuadratik *multivariate* masih dapat diterima bila ditaksir dengan persamaan linier. Sehingga hubungan variabel dependen dan independen berdasarkan data dalam pembahasan ini dapat dianalisis menggunakan metode analisis diskriminan.

Tabel 2 Uji Kesamaan Rata-rata Variabel Independen

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
Jumlah ruang	0.959	4.369	4	410	0.002
Pendapatan keluarga/bulan	0.964	3.817	4	410	0.005
Lama tinggal di tempat saat ini	0.974	2.745	4	410	0.028
Umur kepala keluarga	0.937	6.835	4	410	0.000
Jumlah anggota keluarga	0.984	1.622	4	410	0.168
Jumlah anak	0.996	0.366	4	410	0.833
Jumlah Kepala Keluarga/rumah	0.918	9.144	4	410	0.000
Umur menikah pertama	0.991	0.941	4	410	0.440
Umur punya anak pertama	0.986	1.461	4	410	0.213
Umur memiliki rumah pertama	0.991	0.904	4	410	0.462
Luas bangunan	0.965	3.762	4	410	0.005
Luas tanah	0.970	3.151	4	410	0.014

Uji Variabel sebagai Pembeda Karakteristik Klasifikasi Status Tinggal

Uji variabel penentu karakteristik penghunian rumah akan dilakukan salah satunya melalui uji kesamaan rata-rata untuk variabel independen menggunakan metode *Wilks' Lambda* dengan rumusan hipotesis sebagai berikut:

- H₀ : Grup rata-rata matriks relatif sama
- H₁ : Grup rata-rata matriks berbeda secara nyata

Statistik uji:
 Jika Sig. > 0,05 berarti H₀ diterima
 Jika Sig. < 0,05 berarti H₀ ditolak

Berdasarkan hasil uji pada tabel 2, dapat dilihat bahwa variabel:

- 1) Jumlah ruang;
- 2) Pendapatan keluarga/bulan;
- 3) Lama tinggal di tempat saat ini;
- 4) Umur kepala keluarga/rumah;
- 5) Jumlah kepala keluarga dalam 1 rumah;
- 6) Luas bangunan; dan
- 7) Luas tanah.

Mempunyai nilai Sig. < 0,05, hipotesis di tolak artinya ke tujuh variabel tersebut mempunyai nilai rata-rata yang berbeda secara signifikan. Kesimpulan dari hasil pengujian tersebut adalah tipe penghunian rumah (milik, sewa/kontrak, tinggal dengan orangtua, dan tinggal dengan orang lain di pengaruhi oleh tujuh variabel tersebut di atas (Jumlah ruang, Pendapatan keluarga/bulan, Lama tinggal di tempat saat ini, Umur kepala keluarga, Jumlah kepala keluarga/ rumah, Luas bangunan; dan Luas tanah).

Analisis Diskriminan Mengenali Karakteristik Penghunian Rumah MBR untuk Lima Klasifikasi Status Tinggal

Dalam bagian ini akan diuraikan analisis data diskriminan berdasarkan untuk mengenali karakteristik dari lima klasifikasi status tinggal:

- 1) Milik;
- 2) Sewa/kontrak;
- 3) Tinggal dengan orang tua;
- 4) Tinggal dengan orang lain (bukan saudara dan orang tua);
- 5) Lainnya, termasuk tinggal dengan saudara.

Gambaran deskripsi data

Hasil deskripsi data responden berdasarkan status hunian rumah dapat dilihat bahwa dari tujuh variabel pembeda status hunian, hanya dua variabel yang memperlihatkan angka yang berbeda secara nyata untuk ke lima status hunian dan nilai total, yaitu variabel:

- 1) Luas tanah; dan
- 2) Luas Bangunan

Untuk variabel lainnya tidak terlihat adanya perbedaan yang terlihat secara nyata berdasarkan hasil pengolahan data deskriptif. Untuk lebih jelasnya perbandingan perbedaan dari nilai variabel pada tabel 3, dapat dilihat pada gambar 1.

Variabel penentuan fungsi diskriminan

Metode *stepwise* akan digunakan dalam merumuskan fungsi diskriminan, walaupun tujuh variabel (jumlah anggota keluarga, pendapatan keluarga/bulan, lama tinggal di tempat saat ini, umur kepala keluarga, jumlah kepala keluarga dalam satu rumah, luas bangunan dan luas tanah) merupakan variabel pembeda untuk ke lima status

Tabel 3 Profil Responden Berdasarkan Status Penghunian Rumah

Status Tinggal	Umur KK	Pendapatan per Bulan	Luas Tanah	Luas Bangunan	Lama Tinggal	Jumlah Ruang	Jumlah KK/rumah
Milik	55,20	3,71	146,00	114,00	22,89	4,93	1,18
Sewa/Kontrak	48,78	2,51	86,00	73,00	15,93	3,43	1,11
Tinggal dengan orang tua	49,07	2,90	141,00	112,00	22,25	4,59	1,44
Tinggal dengan orang lain	49,59	1,84	186,00	133,00	20,18	4,64	1,55
Lainnya	52,83	2,71	93,00	86,00	19,57	4,52	1,61
Total	51,28	3,0751	134,27	107,07	21,43	4,55	1,3253



Gambar 1. Profil Penghunian Responden Berdasarkan Status Penghunian Rumah

penghunian rumah (tinggal di rumah: milik, sewa/kontrak, tinggal dengan orang tua, tinggal dengan orang lain dan lainnya) berdasarkan uji statistik kesamaan rata-rata tapi belum tentu variabel tersebut merupakan variabel penentu atau pembentuk fungsi diskriminan.

Hasil pengujian koefisien fungsi diskriminan dengan menggunakan analisis *stepwise* dapat dilihat pada tabel 3.

Rumusan hipotesis analisis *stepwise*:

H_0 : $b_i = 0$ (variabel ke i , tidak secara signifikan sebagai pembeda tipe penghunian)

H_1 : $b_i \neq 0$ (variabel ke i , secara signifikan sebagai pembeda tipe penghunian)

Statistik uji:

Jika Sig. > 0,05 berarti H_0 diterima

Jika Sig. < 0,05 berarti H_0 ditolak

Persamaan fungsi diskriminan melalui analisis *stepwise* didapatkan bahwa dari dua belas (12) variabel bebas yang diduga berpengaruh terhadap tipe penghunian rumah suatu keluarga, hanya lima (5) variabel yang membentuk fungsi diskriminan.

Kolom *Between grup* memberikan informasi, variabel dalam kolom *entered* (misal: variabel jumlah KK/rumah) sebagai variabel pembeda antara keluarga dengan tipe kepemilikan tinggal dengan orang lain (skor 2), dan status hunian lainnya. Nilai sig. untuk kelima variabel tersebut dapat dilihat bahwa semua variabel memiliki nilai > 0,05, artinya terima H_0 , yaitu ke lima variabel tersebut tidak secara signifikan sebagai pembeda tipe penghunian, sehingga persamaan fungsi diskriminan yang dihasilkan bukan sebagai penaksir prediksi yang baik untuk mengetahui karakteristik tipe penghunian suatu keluarga. Kondisi tersebut dapat diperjelas dengan melihat kelayakan persamaan fungsi diskriminan. Uji *casewise statistics* dilakukan untuk melihat ketepatan persentase prediksi grup yang didapatkan melalui persamaan fungsi diskriminan dan hasil analisis diskriminan dengan kondisi sebenarnya (dengan melihat kondisi kenyataannya berdasarkan data lapangan), lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.

Sebagai contoh, informasi yang didapatkan melalui data pada tabel 5 adalah: Terdapat 18 responden yang tinggal dengan orang lain selain orang tua, dari

Tabel 4 Variabel Penentu Fungsi Diskriminan Berdasarkan Analisis *Stepwise*

	Statistik	Between Groups	Exact F				
			Statistik	df1	df2	Sig.	
1	Jumlah KK/rumah	0,014	1 and 2	0,106	1	410,000	0,745
2	Umur KK	0,042	2 and 3	0,217	2	409,000	0,805
3	Pendapatan per Bulan	0,193	2 and 3	0,664	3	408,000	0,574
4	Lama Tinggal	0,319	2 and 3	0,824	4	407,000	0,510
5	Umur Punya Anak Pertama	0,400	1 and 2	0,589	5	406,000	0,708

Keterangan skor pada kolom *Between Groups*:

1 = Tinggal dengan lainnya (saudara tapi bukan orang tua)

2 = Tinggal dengan orang lain (selain saudara dan orang tua)

3 = Tinggal dengan orang tua

18 (nilai pada baris skor 1 dan kolom skor 1 pada baris count) responden tersebut hanya 1 keluarga atau sebesar 5,6 % (nilai pada baris skor 1 dan kolom skor 1 pada baris %) yang diprediksi benar berdasarkan persamaan fungsi diskriminan, menggambarkan validasi dari persamaan fungsi diskriminan yang dihasilkan rendah. Persentase ini sangat kecil sekali. Informasi ini mendukung hasil uji statistik pada analisis *stepwise*.

Melihat data pengolahan lapangan, untuk status tinggal dengan orang lain (skor 1) dan status tinggal lainnya (skor 2) sangat bervariasi datanya, sehingga memperlihatkan responden dengan karakteristik yang sangat bervariasi. Diperkirakan ini yang menyebabkan validasi persamaan fungsi diskriminan kecil, sehingga untuk tahap selanjutnya objek dengan klasifikasi status hunian 1 dan 2 di keluarkan dari analisis diskriminan, untuk mendapatkan fungsi diskriminan yang lebih valid.

Mendapatkan Persamaan Fungsi Diskriminan yang Valid

Uraian empat (4) memperlihatkan bahwa mengenali karakteristik objek (keluarga) yang mengelompok dalam lima klaster berdasarkan 12 variabel bebas, melalui persamaan fungsi diskriminan mendapatkan fungsi diskriminan yang tidak valid. Penyebabnya diperkirakan karena terlalu bervariasinya karakteristik variabel bebas untuk keluarga pada klasifikasi status tinggal lainnya (skor 1) dan tinggal dengan orang lain (skor 2). Oleh karena itu untuk mendapatkan persamaan

fungsi diskriminan yang valid didapatkan dengan mengeluarkan keluarga dengan status tinggal lainnya dan tinggal dengan orang tua. Jadi klasifikasi status tinggal hanya dibagi dalam tiga (3) kelas yaitu:

- 1) Tinggal dengan orang tua (skor 3);
- 2) Sewa/kontrak (skor 5); dan
- 3) Milik (skor 7)

Perbandingan hasil uji rata-rata variabel bebas untuk klasifikasi klaster lima dan tiga

Untuk mengetahui apakah dengan mengeluarkan ke dua klasifikasi status tinggal tersebut dapat dilihat dengan membandingkan hasil analisis diskriminan semua objek atau keluarga dengan hasil analisis mengeluarkan ke-dua klaster tersebut, lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.

Hasil uji kesamaan rata-rata pada tabel 6 memperlihatkan terdapat enam variabel yang rata-rata berbeda secara signifikan untuk klasifikasi status tinggal tiga (3) kelas, dan empat (4) variabel rata-rata sama dengan hasil uji rata-rata lima (5) kelas yaitu:

- 1) Jumlah ruang;
- 2) Pendapatan keluarga/bulan;
- 3) Umur kepala keluarga; dan
- 4) Luas tanah:

Sedangkan dua (2) nilai rata-rata variabel lainnya berbeda yaitu:

- 1) Jumlah anggota keluarga; dan
- 2) Umur menikah pertama.

Tabel 5 Hasil Uji *Casewise Statistics* untuk Melihat Ketepatan Hasil Prediksi Klasifikasi Objek Berdasarkan Persamaan Fungsi Diskriminan

Classification Results ^{a,c} Menggunakan Uji <i>Casewise Statistics</i>								
	Status tinggal	Predicted Grup Membership					Total	
		1	2	3	5	7		
Cross-validated ^b	Count	Lainnya (skor 1)	6	9	0	3	11	29
		Tinggal dengan orang lain (skor 2)	6	1	4	3	4	18
		Tinggal dengan orang tua (skor 3)	42	34	45	58	57	236
		Sewa/Kontrak (skor 5)	6	4	2	43	18	73
		Milik (skor 7)	38	7	12	51	95	203
	Persentase %	Lainnya (skor 1)	20,7	31,0	0,0	10,3	37,9	100,0
		Tinggal dengan orang lain (skor 2)	33,3	5,6	22,2	16,7	22,2	100,0
		Tinggal dengan orang tua (skor 3)	17,8	14,4	19,1	24,6	24,2	100,0
		Sewa/Kontrak (skor 5)	8,2	5,5	2,7	58,9	24,7	100,0
		Milik (skor 7)	18,7	3,4	5,9	25,1	46,8	100,0

a. 36.5% of original gruped cases correctly classified.

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

c. 34.0% of cross-validated gruped cases correctly classified.

Tabel 6 Uji Kesamaan Rata-rata Variabel Independen dengan Klasifikasi Status Tinggal 5 dan 3

Nama Variabel Bebas	5 Klasifikasi Responden			3 Klasifikasi Responden		
	Wilks' Lambda	Sig.	Keterangan kesamaan rata-rata	Wilks' Lambda	Sig.	Keterangan kesamaan rata-rata
Jumlah ruang	0,959	0,002	Relatif beda	0,947	0,000	Relatif beda
Pendapatan keluarga/bulan	0,964	0,005	Relatif beda	0,963	0,001	Relatif beda
Lama tinggal di tempat saat ini	0,974	0,028	Relatif beda	0,995	0,364	Relatif sama
Umur KK	0,937	0,000	Relatif beda	0,977	0,010	Relatif beda
Jumlah anggota keluarga	0,984	0,168	Relatif sama	0,938	0,000	Relatif beda
Jumlah anak	0,996	0,833	Relatif sama	0,990	0,137	Relatif sama
Jumlah KK/rumah	0,918	0,000	Relatif beda	0,997	0,535	Relatif sama
Umur menikah pertama	0,991	0,440	Relatif sama	0,925	0,000	Relatif beda
Umur punya anak pertama	0,986	0,213	Relatif sama	0,994	0,337	Relatif sama
Umur memiliki rumah pertama	0,991	0,462	Relatif sama	0,991	0,159	Relatif sama
Luas bangunan	0,965	0,005	Relatif beda	0,992	0,190	Relatif sama
Luas tanah	0,970	0,014	Relatif beda	0,967	0,001	Relatif beda

Perbandingan variabel penentu persamaan fungsi diskriminan status tinggal 5 klaster dan 3 klaster

Variabel penentu pembentuk persamaan fungsi diskriminan dengan menggunakan analisis *stepwise* untuk status tinggal tiga (3) klaster terdiri dari 6 variabel yaitu:

- 1) Luas tanah;
- 2) Umur KK;
- 3) Jumlah KK/rumah;
- 4) Pendapatan keluarga/bulan;
- 5) Umur punya anak pertama; dan
- 6) Lama tinggal di tempat saat ini.

Nilai signifikansi untuk keenam variabel tersebut lebih kecil dari 0,05, jadi keenam variabel tersebut di atas signifikan sebagai variabel penentu dalam pembentukan persamaan fungsi diskriminan, sehingga persamaan fungsi determinan yang dihasilkan akan valid dalam memprediksi karakteristik status tinggal keluarga yang tinggal di rumah bersama orang tua, rumah sewa/ kontrak dan rumah milik. Variabel yang masuk pertama kali (step 1, yaitu variabel luas tanah) dalam persamaan fungsi diskriminan merupakan variabel yang paling besar pengaruhnya terhadap fungsi persamaan fungsi diskriminan, sedangkan variabel yang masuk

kedalam persamaan fungsi diskriminan pada step 2 (yaitu variabel luas tanah) merupakan variabel ke dua paling besar pengaruhnya terhadap persamaan fungsi diskriminan, demikian selanjutnya sampai step ke enam.

Besar nilai Extract F menunjukkan nilai F hitung, semakin besar nilai Extract F maka semakin signifikan variabel tersebut dalam membentuk persamaan fungsi diskriminan, penurunan nilai Extract F sejalan dengan penurunan pengaruh variabel terhadap persamaan fungsi diskriminan, sejalan dengan penambahan step pemasukan variabel dalam analisis *stepwise*.

Berbeda dengan hasil analisis *stepwise* untuk lima (5) klasifikasi status tinggal. Ke-lima variabel penentu (mempunyai nilai Sig. > 0,05) tidak valid dalam memprediksi karakteristik keluarga dengan status tinggal: lainnya, tinggal dengan orang lain, tinggal dengan orang tua sewa/kontrak dan tinggal di rumah milik, lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7. Pada output hasil uji *stepwise* menggunakan SPSS, variabel bebas yang akan digunakan dalam pembentukan fungsi diskriminan merupakan variabel yang mendominasi dalam pembentukan fungsi diskriminan (variabel penciri) karena mempunyai nilai terbesar, nilai *wilks' lambda*

terkecil, nilai minimum jarak *Mahalanobis* yang signifikan, dan memiliki nilai signifikansi lebih kecil dari taraf signifikansi 5% yaitu $p\text{-value} = 0,000 < \alpha = 0,05$ (Supartini dkk, 2017).

Untuk mengetahui seberapa baik fungsi diskriminan yang dihasilkan dalam memprediksi

karakteristik klasifikasi keluarga berdasarkan status tinggal dapat dilihat melalui nilai *wilks' lambda* yang menggambarkan angka *varians* total dalam diskriminan skor yang tidak dapat dijelaskan oleh perbedaan diantara kluster-kluster yang ada. Sebagai contoh pada tabel 8 kolom hasil uji *wilks' lambda* untuk status tinggal dikelompokkan dalam

Tabel 7 Variabel Penentu Fungsi Diskriminan Berdasarkan Analisis *Stepwise* untuk Status Tinggal 5 Klaster dan 3 Klaster

Status Tinggal 5 Klaster					Status Tinggal 3 Klaster				
Step	Variabel Entered	Between Grups	Exact F Statistik	Sig.	Step	Variabel Entered	Between Grups	Exact F Statistik	Sig.
1	Jumlah KK/rumah	1 dan 2	0,106	0,745	1	Luas tanah	3 dan 7	54.505	9.341E-13
2	Umur KK	2 dan 3	0,217	0,805	2	Umur KK	3 dan 7	40.299	1.212E-16
3	Pendapatan keluarga/bulan	2 dan 3	0,664	0,574	3	Jumlah KK/rumah	3 dan 7	32.594	7.989E-19
4	Lama tinggal	2 dan 3	0,824	0,510	4	Pendapatan keluarga/ bulan	3 dan 7	27.264	5.727E-20
5	Umur punya anak pertama	1 dan 2	0,589	0,708	5	Umur punya anak pertama	3 dan 7	23.932	5.329E-21
					6	Lama tinggal	3 dan 7	22.277	1.484E-22

Tabel 8 *Varians* Total Dalam Skor Diskriminan Melalui Nilai *Wilks' Lambda*

Step	Status Tinggal 5 Klaster				Status Tinggal 3 Klaster			
	Variabel Pembentuk Fungsi Diskriminan		Nilai <i>Wilks' Lambda</i>	Sig.	Variabel Pembentuk Fungsi Diskriminan		Nilai <i>Wilks' Lambda</i>	Sig.
	Jumlah	Nama			Jumlah	Nama		
1	1	Jumlah KK/rumah	0,918	0,000	1	Luas tanah	0,634	0,000
2	2	- Jumlah KK/rumah - Umur KK	0,866	0,000	2	- Luas tanah - Umur KK	0,598	0,000
3	3	- Jumlah KK/rumah - Umur KK - Pendapatan Keluarga/bulan	0,830	0,000	3	- Luas tanah - Umur KK - Jumlah KK/rumah	0,556	0,000
4	4	- Jumlah KK/rumah - Umur KK - Pendapatan Keluarga/bulan - Lama tinggal	0,781	0,000	4	- Luas tanah - Umur KK - Jumlah KK/rumah - Pendapatan keluarga/bulan	0,542	0,000
5	5	- Jumlah KK/rumah - Umur KK - Pendapatan Keluarga/bulan - Lama tinggal - Umur punya anak pertama	0,763	0,000	5	- Luas tanah - Umur KK - Jumlah KK/rumah - Pendapatan keluarga/bulan - Umur punya anak pertama	0,529	0,000
6	6				6	- Luas tanah - Umur KK - Jumlah KK/rumah - Pendapatan keluarga/bulan - Umur punya anak pertama - Lama tinggal	0,496	0,000

tiga (3) klaster. Pada Step 1, variabel luas tanah dimasukkan kedalam variabel bebas persamaan fungsi diskriminan dengan nilai *wilks' lambda* = 0,634. artinya sebesar 63,4 % varians tidak dapat dijelaskan oleh perbedaan antara klaster. Step 2 dimasukkan satu variabel tambahan (umur KK) ke dalam oleh perbedaan antara klaster. Step 2 dimasukkan satu variabel tambahan (umur KK) ke dalam persamaan fungsi diskriminan yaitu variabel umur KK, persamaan fungsi diskriminan dengan dua variabel bebas mendapatkan nilai *wilks' lambda* = 0,598, artinya berdasarkan persamaan fungsi tersebut dengan penambahan satu variabel kedalam persamaan fungsi diskriminan maka varians yang tidak dapat dijelaskan oleh perbedaan antara klaster menjadi menurun dari 63,4% menjadi 59,8%. Pada step terakhir yaitu step enam, merupakan hasil akhir dari persamaan fungsi diskriminan, dengan memasukkan enam variabel bebas ke dalam persamaan fungsi diskriminan yaitu: luas tanah, umur KK, jumlah KK/rumah, pendapatan keluarga/bulan, umur punya anak pertama, dan lama tinggal, sebesar 49,6% varians tidak dapat dijelaskan oleh perbedaan antar klaster. Nilai tersebut kurang dari 50% menunjukkan angka yang cukup baik.

Sedangkan untuk nilai uji *wilks' lambda* status tinggal lima (5) klaster, pada Step 1, variabel luas tanah dimasukkan kedalam variabel bebas persamaan fungsi diskriminan dengan nilai *wilks' lambda* = 0,918 artinya sebesar 91,8 % varians tidak dapat dijelaskan oleh perbedaan antara klaster. Step 2 dimasukkan satu variabel tambahan

(umur KK) ke dalam persamaan fungsi diskriminan yaitu variabel umur KK, persamaan fungsi diskriminan dengan dua variabel bebas mendapatkan nilai *wilks' lambda* = 0,866, artinya berdasarkan persamaan fungsi tersebut dengan penambahan satu variabel kedalam persamaan fungsi diskriminan maka varians yang tidak dapat dijelaskan oleh perbedaan antara klaster menjadi menurun dari 91,8% menjadi 86,6%. Pada step terakhir yaitu step lima, merupakan hasil akhir dari persamaan fungsi diskriminan, dengan memasukkan lima variabel bebas ke dalam persamaan fungsi diskriminan yaitu: jumlah KK/rumah, umur KK, pendapatan keluarga/bulan, lama tinggal dan umur punya anak pertama, sebesar 76,3% varians tidak dapat dijelaskan oleh perbedaan antar klaster. Nilai tersebut lebih dari 50% menunjukkan angka yang kurang baik.

Perbandingan kelayakan persamaan fungsi diskriminan untuk pengelompokkan status tinggal lima (5) klaster dengan status tinggal dua (2) klaster dapat dilihat pada tabel 9. Memperhatikan angka-angka bertuliskan tinta warna merah untuk hasil prediksi klasifikasi status tinggal dengan menggunakan persamaan status tinggal lima (5) klaster dibandingkan dengan tiga (3) klaster, memberikan hasil bahwa persamaan fungsi diskriminan yang dibentuk dengan klasifikasi status tinggal tiga (3) klaster sangat memperbaiki (lebih layak) persamaan fungsi diskriminan lima (5) klaster dapat dilihat berdasarkan data yang ada pada tabel 9, bahwa adanya kenaikan cukup signifikan untuk ketepatan penaksiran

Tabel 9 Uji Casewise Statistics Melihat Ketepatan Hasil Prediksi Klasifikasi Objek Berdasarkan Persamaan Fungsi Diskriminan untuk Klasifikasi Status Tinggal 5 Klaster dan 3 Klaster

Classification Results^{a,c} Menggunakan Uji Casewise Statistics

Predicted Group Membership untuk Status Tinggal 5 Klaster

	Perhitungan					Total	%					Total
	Skor Status Tinggal						Skor Status Tinggal					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Lainnya; (skor 1)	6	9	0	3	11	29	20,7	31,0	0,0	10,3	37,9	100,0
Tinggal dengan orang lain (skor 2)	6	1	4	3	4	18	33,3	5,6	22,2	16,7	22,2	100,0
Tinggal dengan orang tua (skor 3)	42	34	45	58	57	236	17,8	14,4	19,1	24,6	24,2	100,0
Sewa/Kontrak (skor 5)	6	4	2	43	18	73	8,2	5,5	2,7	58,9	24,7	100,0
Milik (skor 7)	38	7	12	51	95	203	18,7	3,4	5,9	25,1	46,8	100,0

Predicted Group Membership untuk Status Tinggal 3 Klaster

	Perhitungan			Total	%			Total	
	Kode Status Tinggal				Kode Status Tinggal				
	3	4	5		3	4	5		
Tinggal dengan orang tua (skor 3)	13	2	33	77	242	54,6	13,6	31,8	100,0
Sewa/Kontrak (skor 5)	5	60	7	72	72	6,9	83,3	9,7	100,0
Milik (skor 7)	27	25	163	215	215	12,6	11,6	75,8	100,0

pengelompokkan objek ke dalam kluster status tinggal:

- 1) Kenaikan sebesar 35,5% untuk status tinggal dengan orang tua;
- 2) Kenaikan sebesar 24,4 % untuk status tinggal sewa/kontrak;
- 3) Kenaikan sebesar 29 % untuk status tinggal milik.

Persamaan fungsi diskriminan dengan status tinggal 3 kluster

Uraian pada pembahasan sebelumnya memperlihatkan bahwa analisis diskriminan dengan menghilangkan data 34 KK dengan status tinggal lainnya (tinggal dengan saudara bukan orang tua) dan tinggal dengan orang tua, menghasilkan persamaan fungsi diskriminan yang awalnya tidak valid untuk menaksir karakteristik keluarga berdasarkan tabel status tinggal lima (5) kluster menjadi valid menaksir karakteristik keluarga dengan satu tinggal tiga (3) kluster. Dalam pembahasan ini hanya akan dibahas fungsi persamaan diskriminan tiga (3) kluster, sebelumnya akan dibahas karakteristik dari persamaan tersebut berdasarkan hasil analisis, akan didapatkan dua fungsi diskriminan (tabel 11). Banyaknya persamaan yang dapat dibentuk adalah jumlah grup yang ada (kategori pada variabel z) – 1.

Tabel 10 Interpretasi Angka

Angka Asosiasi	Interpretasi Hubungan Angka Asosiasi
0,0 – 0,199	Sangat rendah
0,2 – 0,399	Rendah
0,4 – 0,599	Sedang
0,6 – 0,799	Kuat
0,8 - 1	Sangat Kuat

Tabel 11 Nilai *Eigen Values Canonical Discriminant Function*

Function	Canonical Correlation
1	.633
2	.415

Berdasarkan angka *canonical correlation* dari hasil analisis *eigenvalues* dimana angka tersebut mengukur keeratan hubungan (ukuran asosiasi dengan skala angka 0 sampai 1) antara *discriminant* yang dihasilkan dengan prediksi masuk anggota grup (kesalah satu dari tiga status tinggal) dari setiap responden. Berdasarkan tabel 11 dapat dilihat bahwa angka *canonical correlation* untuk persamaan 1 = 0,633 (menunjukkan hubungan kuat) dan fungsi 2 dengan angka *canonical*

correlation = 0,415 (menunjukkan hubungan sedang).

Kedua fungsi yang didapat akan digunakan dalam memprediksi anggota grup.

Selanjutnya dapat melihat bagaimana keeratan hubungan antara setiap variabel bebas dengan fungsi diskriminan yang akan dibentuk, didapatkan melalui informasi *function structure matrix* pada tabel 12, yang memperlihatkan hanya *structure matrix* untuk variabel pembentuk *discriminant* saja, variabel lainnya tidak dimasukkan dalam tabel ini. *Function structure matrix* ini biasanya digunakan untuk memberikan penamaan untuk setiap fungsi persamaan diskriminan yang terbentuk, lebih jelasnya dapat melihat tabel 12.

Tabel 12 *Function Structure Matrix*

Variabel Bebas	Function ke-i	
	1	2
Luas tanah	.928*	.108
Lama tinggal	.169*	.153
Jumlah KK/rumah	-.014	.624*
Umur KK	.249	-.349*
Pendapatan keluarga/bulan	.208	-.218*
Umur punya anak pertama	-.004	.213*

Hasil tabel ini memperlihatkan nilai korelasi suatu variabel terhadap dua fungsi persamaan yang terbentuk, berdasarkan nilai korelasi tersebut kita dapat melihat pada persamaan yang mana suatu variabel bebas lebih berpengaruh, satu variabel dapat ditetapkan lebih berpengaruh ke hanya satu persamaan yang paling besar. Sebagai contoh: untuk variabel bebas luas tanah. Korelasi variabel luas tanah dengan fungsi persamaan diskriminan 1 = 0,928 sedangkan fungsi persamaan 2 = 0,108, dengan demikian variabel bebas luas tanah merupakan variabel penentu fungsi persamaan diskriminan 1. Tabel 12 memperlihatkan tanda * pada nilai korelasi, hal tersebut memberikan informasi nilai korelasi terbesar dari variabel bebas (pada baris), dan fungsi persamaan ke I pada kolom, pertemuan baris dan kolom tersebut merupakan letak nilai korelasi variabel bebas penciri suatu persamaan ke i. Terlihat bahwa variabel bebas penciri fungsi persamaan 1 adalah:

- 1) Luas tanah dan;
- 2) Lama tinggal.

Persamaan diskriminan 1 dapat diberikan fungsi persamaan diskriminan yang mencirikan fisik rumah yang di huni KK, berdasarkan kedua variabel penciri pembentuk fungsi tersebut.

Sedangkan variabel bebas penciri fungsi persamaan diskriminan 2 adalah:

- 1) Jumlah KK/rumah;
- 2) Umur KK;
- 3) Pendapatan keluarga/bulan;
- 4) Umur punya anak pertama

Persamaan diskriminan 2 dapat diberikan fungsi persamaan diskriminan yang mencirikan karakteristik individu KK, berdasarkan keempat variabel penciri pembentuk fungsi tersebut.

Koefisien fungsi persamaan diskriminan dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13 Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function	
	1	2
Pendapatan keluarga/bulan	.044	-.038
Lama tinggal	.008	.062
Umur KK	.022	-.086
Jumlah KK/rumah	.100	1.179
Umur punya anak pertama	-.013	.082
Luas tanah (Constant)	50.784 -4.703	8.343 -1.254

Unstandardized coefficients

Fungsi persamaan diskriminan 1:

$Zskor_1 = -4,703 + 0,044$ Pendapatan + $0,08$ Lama Tinggal + $0,022$ Umur KK + $0,1$ Jumlah KK/rumah - $0,013$ Umur punya anak pertama + $50,784$ Luas tanah

Fungsi persamaan diskriminan 2:

$Zskor_2 = -1,254 - 0,038$ Pendapatan + $0,062$ Lama Tinggal - $0,086$ Umur KK + $1,179$ Jumlah KK/rumah + $0,082$ Umur punya anak pertama + $8,343$ Luas tanah.

Tabel 14 Contoh Zskor₁ dan Zskor₂ Karakteristik Responden

Nama Variabel Bebas	Satuan	Nilai Data	
		Res 1	Res 2
Pendapatan keluarga/bulan	Juta Rupiah	5,5	1,3
Lama tinggal di tempat saat ini	Tahun	13	26
Umur KK	Tahun	55	46
Jumlah KK/rumah	KK	1	1
Umur punya anak pertama	Tahun	31	34
Luas tanah	m ²	250	50

Sebagai contoh akan dicari Zskor₁ dan Zskor₂, untuk 2 orang responden dengan karakteristik sebagai berikut:

Responden 1:

$$Zskor_1 = -4,703 + 0,044 (5,5) + 0,08 (13) + 0,022 (55) + 0,1 (1) - 0,013 (30) + 50,784 (250) = 1,103$$

$$Zskor_2 = -1,254 - 0,038 (5,5) + 0,062 (13) - 0,086 (55) + 1,179 (1) + 0,082 (30) + 8,343 (250) = -0,897$$

Responden 2:

$$Zskor_1 = -4,703 + 0,044 (5,5) + 0,08 (13) + 0,022 (55) + 0,1 (1) - 0,013 (30) + 50,784 (250) = -0,230$$

$$Zskor_2 = -1,254 - 0,038 (5,5) + 0,062 (13) - 0,086 (55) + 1,179 (1) + 0,082 (30) + 8,343 (250) = 0,923$$

Zskor responden 1, diambil nilai terbesar, yaitu nilai Zskor₁=1,103 untuk fungsi persamaan diskriminan 1, nilai tersebut merupakan nilai yang mendekati nilai *function at grup centroids* status tinggal milik, merupakan nilai positif = 0,816 (tabel 15). Jadi responden 1 diprediksi masuk klaster status tinggal milik. Sedangkan Zskor responden 2, diambil nilai terbesar, yaitu nilai Zskor₂ = 0,923 untuk fungsi persamaan diskriminan 2, nilai tersebut merupakan nilai yang mendekati nilai *function at grup centroids* status tinggal dengan orang tua = 0,453 (tabel 15). Jadi responden 2 diprediksi masuk klaster status tinggal dengan orang tua.

Tabel 15 Functions at Grup Centroids

Status_tinggal	Function	
	1	2
Tinggal dengan orang tua	-.147	.453
Sewa/kontrak	-1.736	-.630
Milik	.816	-.372

KESIMPULAN

Validasi fungsi persamaan diskriminan dipengaruhi oleh kejelasan kriteria pengelompokkan responden pada variabel terikat D. *Canonical discriminant function coefficients non-standard* digunakan untuk nilai-nilai variabel bebas dengan satuan yang berbeda, sedangkan *Canonical discriminant function coefficients standard* digunakan untuk variabel bebas dengan satuan sama.

Fungsi persamaan diskriminan dengan status tinggal sebagai variabel terikat D dikelompokkan ke dalam lima klaster: 1) Milik; 2) Sewa/kontrak; 3)

Tinggal dengan orang tua; 4) Tinggal dengan orang lain (bukan saudara dan orang tua); 5) Lainnya, termasuk tinggal dengan saudara, membentuk fungsi persamaan diskriminan yang tidak valid, dimana semua variabel bebas tidak signifikan dalam membentuk persamaan tersebut. Tidak signifikannya persamaan tersebut salah satunya disebabkan oleh kurang fokusnya kriteria yang dimasukkan ke dalam klaster tinggal dengan orang lain dan lainnya. Definisi tinggal dengan orang tua adalah tinggal dengan orang tua responden, sehingga ketika tinggal dengan mertua dikelompokkannya ke dalam tinggal dengan orang lain, padahal karakteristik klaster tersebut mendekati status tinggal dengan orang tua (mertua merupakan orang tua istri) sebagian dan sebagian lagi milik, karena sebagian dari punya rumah milik adalah mendapatkan rumah dengan warisan yang pada awalnya tinggal dengan orang tua. Demikian juga dengan status tinggal lainnya batasan kriterianya perlu diperjelas.

Persamaan fungsi diskriminan yang dibentuk dengan klasifikasi status tinggal tiga (3) klaster sangat memperbaiki (lebih layak) persamaan fungsi diskriminan lima (5) klaster memperlihatkan adanya kenaikan cukup signifikan untuk ketepatan penaksiran pengelompokkan objek ke dalam klaster status tinggal: 1) Kenaikan sebesar 35,5% untuk status tinggal dengan orang tua; 2) Kenaikan sebesar 24,4 % untuk status tinggal sewa/kontrak; 3) Kenaikan sebesar 29 % untuk status tinggal milik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan penelitian tersebut. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada rekan-rekan yang telah membantu tersusunnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ghozali, Imam. 2009. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*. Edisi Keempat. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hong Tan Teck. 2014. *Affordable Housing for First-Time Homebuyers: Issues and Implications from The Malaysia Experience*. Pacific Rim Property Research Journal Vol 9 No 4, 11 July 2014: 409 – 424.
- Khan Puteri Ameera Mentaza, Azmi Amalina, Juhari Nur Hafizah, Khair Nurhayati, Daud Siti Zaleha 2017. *Housing Preference for First Home Buyer in Malaysia*. International

Journal of Real Estate Studies, Vol. 11 No. 2: 1 – 7.

- Pusat Litbang Permukiman. 2016. *Pengembangan Model Penyediaan dan Pembiayaan Perumahan bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah*. Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Rosa Yulinda dan Sulasmi Sri. 2019. *Faktor Penentu Kebutuhan Rumah untuk Menentukan Segmentasi Pasar*. Bunga Rampai Perumahan dalam Dinamika Penyediaan: 27 – 41.
- Rosa Yulinda. 2020. *Instrumen Ukur Housing Careers untuk Penyediaan Perumahan*. Jurnal Masalah Bangunan Vol. 55 No. 1, Maret 2020: 1-10, Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman, Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Salim Iwan, Tresani Nurahma dan Halim Pitra. 2018. *Studi Referensi Penghuni terhadap Faktor Kepemilikan Rumah Susun*. Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kesehatan, dan Ilmu Kesehatan ISSN 2579-6402 (Versi Cetak) Vol. 2, No. 1, April 2018: 254-262.
- Samosir Siska Indriyani. 2017. *Implementasi Program Rumah Layak Huni di Kabupaten Kampar*. Jurnal Online Mahasiswa FISIP Vol 4 No. 1, Februari 2017, 1 – 15. Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Riau.
- Sulasmi Sri dan Rosa Yulinda. 2020. *Penyediaan Perumahan Sistem Statis VS Dinamis*. Jurnal Masalah Bangunan. Vol. 55 No. 2 Juni 2020.
- Supartini Ida Ayu Made, Sukarsa I Komang Gde Sukarsa, dan Srinadi I Gusti Ayu Made. 2017. *Analisis Diskriminan pada Klasifikasi Desa di Kabupaten Tabanan Menggunakan Metode K-Fold Cross Validation*. Jurnal Matematika Vol. 6. No. 2. Mei 2017: 106-115. Jurusan Matematika, Fakultas MIPA.
- Wahyudin Didin. 2014. Implementasi Kebijakan dalam Mewujudkan Program Perbaikan Rumah Tidak Layak Huni di Kecamatan Arcamanik Kota Bandung. *Repositories & Scientific Journal UPT Perpustakaan, Universitas Pasundan*.
- Yuniarko Teguh. 2019. *Penggunaan Analisis Diskriminan pada Kandungan Minyak Mentah pada Batu Pasir*. Jurnal Incomtech, Vol 8, No.1 Juni 2019: 31 – 36. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi, Institut Sains dan Teknologi Nasional.

INVESTASI MODAL MANUSIA DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT PERMUKIMAN KUMUH PERKOTAAN

Human Capital Investment in Empowerment of Urban Slum Communities

Fahmi Dinni, Elih Sudiapermana, Ade Sadikin Akhyadi

Program Studi Magister Pendidikan Masyarakat, Universitas Pendidikan Indonesia

Jalan Dr. Setiabudi No. 229, Bandung 40154

Surel: fahmidinni@gmail.com, elsud@upi.edu, ades.akhyadi@upi.edu

Diterima : 03 Februari 2022 ; Disetujui : 28 April 2022

Abstrak

Permukiman kumuh perkotaan identik dengan permasalahan kemiskinan. Banyak penelitian di bidang permukiman menyatakan bahwa salah satu solusi pemberantasan kemiskinan adalah dengan adanya peningkatan berinvestasi dalam modal manusia. Ditemukan pula bahwa lingkungan dan kondisi seseorang bertempat tinggal, menjadi pengaruh yang cukup kuat terhadap tinggi-rendahnya pengambilan keputusan untuk memberdayakan diri. Menggunakan pendekatan studi literatur, kajian teoritis dan praktis dari berbagai penelitian mutakhir dihimpun menjadi beberapa poin yang berkaitan dengan modal manusia dan permukiman kumuh perkotaan. Ditemukan karakteristik masyarakat permukiman kumuh perkotaan yang kurang begitu memperhatikan kualitas diri, membuat kawasan tempat tinggalnya pun semakin tidak layak huni. Maka, diperlukan strategi pemberdayaan masyarakat dengan pendekatan investasi modal manusia sebagai salah satu upaya dalam peningkatan kualitas permukiman. Adapun tujuan dari kajian ini adalah mengeksplorasi dan berkontribusi menambah literatur seputar pemberdayaan masyarakat khususnya di permukiman kumuh perkotaan. Namun dengan segala keterbatasan, penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menganalisis lebih dalam terkait faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rendahnya pengembangan modal manusia pada masyarakat permukiman kumuh perkotaan.

Kata Kunci: *Permukiman kumuh perkotaan, modal manusia, studi literatur, kemiskinan, pemberdayaan masyarakat*

Abstract

Urban slums are synonymous with poverty problems. Many studies in the field of settlements state that one solution to poverty eradication is to increase investment in human capital. It was also found that the environment and condition of a person's place of residence have a strong enough influence on the level of decision making to empower themselves. Using a literature study approach, theoretical and practical studies from various latest research are compiled into several points related to human capital and urban slums. It was found that the characteristics of urban slum communities who pay less attention to self-quality, make the area where they live even more uninhabitable. So, a community empowerment strategy is needed with a human capital investment approach as an effort to improve the quality of settlements. The purpose of this study is to explore and contribute to adding to the literature on community empowerment, especially in urban slums. However, with all the limitations, further research is expected to be able to analyze.

Keywords: *Urban slums, human capital, systematic literature review, poverty, community empowerment*

PENDAHULUAN

Kehadiran kemiskinan di daerah permukiman kumuh perkotaan disebabkan oleh arus urbanisasi yang cukup tinggi (Bailey 2014; Rice 2015; Arimah 2010; Costello 1987). Tujuan perpindahan tersebut berawal dari keinginan untuk menciptakan kehidupan yang lebih baik (Abubakar, Romice, dan Salama 2016; Rice 2015). Namun, realita yang

terjadi adalah orang-orang miskin dan kurang beruntung menjadikan permukiman kumuh sebagai alternatif tempat tinggal (Abubakar, Romice, dan Salama 2016). Yang pada akhirnya permukiman kumuh perkotaan menjadi identik dengan kemiskinan (Mehrotra dan Biggeri 2010; Torres 2012; Arimah 2010; Rice 2015; Bailey 2014; Costello 1987).

Beberapa penelitian mengemukakan bahwa salah satu solusi pemberantasan kemiskinan adalah memberdayakan masyarakat agar bisa hidup lebih mandiri dan produktif. Pemberdayaan masyarakat hadir melalui proses yang melibatkan partisipasi dan keputusan bersama masyarakat (Lawson dan Kearns 2010). Efektivitasnya tergantung pada kekuatan inisiatif masyarakat itu sendiri (Kwon 2019). Upaya pemberdayaan yang berhasil biasanya didukung investasi yang stabil dan berkelanjutan (Elliott, Fejszes, dan Tarrega 2019). Maka, investasi modal manusia menjadi salah satu fokus kajian ini, dengan memandang dari perspektif bidang pendidikan masyarakat. Karena modal manusia memiliki peran penting dalam konsep pemberdayaan (Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014).

Dalam penelitian Marhaeni dkk. (2019) terdapat temuan bahwa peran investasi dalam pembelajaran menjadi bagian berpengaruh yang positif dan signifikan terhadap proses pemberdayaan. Penelitian Elliott dan Fejszes (2018) yang berfokus pada eksplorasi pemberdayaan masyarakat dalam kebijakan pemerintah pun, memberi penekanan bahwa investasi dalam pembelajaran menjadi strategi dalam menciptakan pemberdayaan masyarakat yang efektif. Adapun Adamson dan Bromiley (2013) memberikan implikasi tentang kebutuhan masyarakat untuk menjangkau pembelajaran dalam proses pemberdayaan. Dari beberapa penelitian tersebut, jelas bahwa strategi yang digunakan dalam program pemberdayaan harus melibatkan proses pembelajaran dalam strategi modal manusia.

Namun dalam penelitian Chen dan Liu (2019) menegaskan bahwa lingkungan dan kondisi di mana seseorang itu hidup dan beraktivitas dapat membentuk motivasi belajar yang berbeda-beda. Masih sulit menemukan penelitian yang di ambil dari faktor pengaruh lingkungan atau suatu kawasan dalam modal manusia. Padahal dalam upaya pembangunan kawasan yang lebih baik, diperlukan pendekatan terhadap faktor-faktor yang melatarbelakangi pembentukan dan pertumbuhan kawasan tersebut (Arimah 2010). Maka, kajian ini ingin berkontribusi secara teoritis, dalam strategi pengembangan dan perbaikan permukiman kumuh sebagai agenda pemberantasan kemiskinan.

METODE

Artikel ini menggunakan pendekatan studi literatur dengan mengutamakan isu-isu atau penelitian-penelitian mutakhir. Berbagai literatur mengenai kata kunci dihimpun dan kemudian di rumuskan

dalam beberapa poin. Bukan hanya konseptual, melainkan fenomena ataupun kajian praktis di bahas dalam setiap bagian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permukiman Kumuh Perkotaan

Istilah permukiman kumuh mengacu pada ketidaksesuaian permukiman dengan kebijakan negara, dan juga mengacu pada tempat tinggal atau lingkungan yang telah memburuk (Kassahun 2015). Yang mana daerah kumuh merujuk pada daerah dengan spesifikasi permukiman informal, daerah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, kualitas bangunan yang rendah, kurangnya infrastruktur, terbatasnya akses layanan dasar dalam pemenuhan kebutuhan hidup dan pendapatan masyarakat yang rendah (UN-Habitat 2003; Kassahun 2015; Torres 2012). Memang daerah kumuh identik pada permasalahan fisik permukimannya, namun berbagai permasalahan sosial pun ditemukan di dalamnya.

Masalah sosial tersebut dapat dipengaruhi oleh karakteristik masyarakat yang tinggal di sana (Kassahun 2015; Torres 2012). Memang di sebagian besar kota di dunia, permukiman kumuh identik dengan tempat tinggal para kaum marginal. Seperti pembantu rumah tangga, pemulung, pekerja seks, pekerja kasar, orang-orang berpendidikan rendah dan sebagainya. Hal tersebut memunculkan banyak gagasan yang salah satunya adalah bahwa permukiman kumuh tidak memberikan kontribusi positif pada fungsi normal kota (Torres 2012). Dengan stigma yang merendahkan, maka hal tersebut menjadi pengaruh terhadap reputasi masyarakatnya. Padahal masyarakat yang tinggal di sana bukan hanya orang miskin atau masyarakat terpinggirkan saja.

Penduduk di permukiman kumuh beragam, termasuk dalam sisi kemampuan ekonominya. Analisis penelitian lainnya menemukan bukti bahwa masyarakat permukiman kumuh berpartisipasi lebih dalam terhadap ekonomi perkotaan sebagai konsumen (Torres 2012). Karena tidak semua orang yang tinggal di permukiman kumuh adalah orang miskin, dan tidak semua orang miskin tinggal di permukiman kumuh (Kassahun 2015; Torres 2012).

Modal Manusia

Pengeluaran dalam pengetahuan, kesehatan, dan perbaikan lingkungan sering dianggap sebagai konsumsi. Namun, pada abad ke-20 akhir, pandangan tersebut mulai berubah (Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014). Dimana bentuk

investasi untuk mencapai peningkatan pendapatan dan kekayaan bukan hanya modal konvensional, melainkan salah satunya modal manusia. Modal konvensional yang dimaksud adalah komponen utama kekayaan nasional, seperti tanah, tenaga kerja dan modal (Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014). Menjadi suatu kesalahan apabila menganggap bahwa pengeluaran dalam pendidikan hanya sebagai konsumsi, bukan sebagai investasi (Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014).

Modal manusia mengacu pada usaha manusia untuk memaksimalkan utilitas diri sendiri (Ju 2019; Ployhart dan Moliterno 2011; Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014), bertujuan untuk memaksimalkan potensi manusia agar dapat mencapai produktivitas (Weber 2014; Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014). Para peneliti konsep modal manusia juga mempertimbangkan pengalaman, karakteristik dan kebutuhan individu untuk belajar (Ju 2019). Yang artinya partisipasi individu dalam belajar menjadi strategi untuk mengembangkan kemampuan, keterampilan dan kompetensi dalam memenuhi kebutuhan sepanjang hidupnya (Buntat, Azlina, dan Hajar 2013; Tikkanen 2017; Narushima, Liu, dan Diestelkamp 2018; Martin 2012; Barros 2012)

Konsep modal manusia banyak bermunculan dalam bidang penelitian yang berkaitan dengan kewirausahaan (Claver-Cortés et al. 2015). Modal manusia didefinisikan sebagai sumber daya yang di buat dari munculnya pengetahuan, keterampilan, kemampuan dan karakteristik lainnya pada seseorang (Litschka, Markom, dan Schunder 2006; Davis 2006; Ployhart dan Moliterno 2011). Kemunculan potensi tersebut diperoleh individu melalui investasi pendidikan, pekerjaan ataupun pengalaman lainnya (Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014). Maka, modal manusia identik dengan investasi dalam pendidikan atau pembelajaran (Khasawneh 2011; Passerini dan Wu 2008; Cantrell et al. 2006).

Motivasi Ekstrinsik dalam Kesadaran Belajar

Tindakan belajar memang akan lebih kuat dan disadari apabila ada rangsangan dari motivasi. Yang mana dengan adanya motivasi yang timbul dari dalam diri (intrinsik) maupun oleh pengaruh dan dorongan lingkungan yang datang dari luar (ekstrinsik), tentu akan menimbulkan rangsangan atau dorongan dan kemudian bersikap dan berperilaku (Cleopatra 2015).

Berkaitan dengan hal tersebut, ditemukan bahwa faktor motivasi berperan dalam peningkatan produktivitas (Chen dan Liu 2019). Setiap individu

pada dasarnya memiliki motivasi alami untuk belajar, tetapi juga memiliki tantangan untuk mengungkapkannya menjadi suatu tindakan (McCombs 2010). Penelitian Mielniczuk dan Laguna (2017) menyelidiki hubungan motivasi dengan inisiasi mengikuti pelatihan, yang mana hasilnya pun menemukan hubungan yang positif antara keduanya. Motivasi intrinsik dan ekstrinsik saling berkorelasi positif untuk beraktivitas dalam pembelajaran (Mielniczuk dan Laguna 2017). Hal ini membenarkan teori pada motivasi, dimana dunia sosial dan dunia individu saling berketergantungan (Walker et al. 2015).

Namun, faktor lingkungan sosial menjadi salah satu pengaruh motivasi pembelajaran yang cukup kuat (Kormos, Kiddle, dan Csizér 2011; Martin 2012; Chen dan Liu 2019). Penelitian lainnya juga mengemukakan bahwa faktor ekstrinsik menjadi bagian pengaruh yang cukup tinggi terhadap motivasi intrinsik dari individu untuk menjadi pembelajar (lihat Chen dan Liu, 2019; Kormos et al., 2011). Penemuan tersebut memperkuat gagasan bahwa motivasi intrinsik dapat menurun atau berkurang karena adanya motivasi atau faktor ekstrinsik (Kim 2018). Korelasinya adalah pengaruh ekstrinsik mungkin saja dapat merusak produktivitas.

Lingkungan Tempat Tinggal Sebagai Pengaruh Ekstrinsik

Masih sulit mendapatkan data yang di dapatkan terkait pemberdayaan masyarakat permukiman kumuh dengan pendekatan motivasi untuk berinvestasi dalam modal manusia. Masyarakat kaum marginal masih menganggap bahwa mengeluarkan uang untuk pendidikan atau peningkatan kapasitas diri adalah suatu pemborosan.

Dilihat dari temuan Moser, bahwa perumahan dalam suatu permukiman memiliki pengaruh dan dampak penting terhadap berbagai aset manusia, khususnya aset dalam mengakses kegiatan produktif (2006). Bahkan bagi mayoritas orang Indonesia, tempat tinggal atau hunian bukan hanya sekedar fisik, melainkan representasi dari cara dan arah bagaimana penghuninya hidup dan menetap di suatu wilayah (Wiriyomartono 2014).

Menariknya dalam penelitian Kormos dkk., faktor ekstrinsik menjadi bagian pengaruh yang cukup tinggi terhadap faktor intrinsik dari individu untuk menjadi pembelajar (2011). Lebih lanjut mereka menemukan bahwa sistem sosial dan budaya di mana pembelajar itu berada, menjadi faktor ekstrinsik yang memengaruhi motivasi intrinsik

(Kormos dkk., 2011). Hal itu memungkinkan terdapat hubungan timbal balik antara manusia dan lingkungan sebagai faktor ekstrinsik, yang dapat saling mempengaruhi (Suhaeni, 2011). Kleniewski (dalam Suhaeni, 2011) menjelaskan bahwa manusia beraktivitas dan belajar, didorong dan diarahkan melalui sistem spasial atau yang berkenaan dengan tempat yang sudah terbangun di dalamnya.

Dari data dari Badan Pusat Statistik Kota Bandung, pada tahun 2018 penduduk Kota Bandung berjumlah 2.503.708 jiwa. Jika dilihat dari status pendidikannya hanya 13,5% yang memiliki ijazah D1 hingga S3. Sebesar 61,84% pekerjaan utama masyarakat Kota Bandung adalah buruh/karyawan/pegawai.

Kesadaran masyarakat akan pentingnya berinvestasi pada modal manusia, menjadi salah satu strategi yang semestinya diperhatikan. Melihat begitu rendahnya masyarakat Kota Bandung yang melanjutkan pendidikan formal ke jenjang di atas sekolah menengah, sedikitnya membuktikan betapa rendahnya motivasi terhadap investasi modal manusia. Tetapi persentasinya berbanding terbalik dengan tingginya angka pekerjaan utama sebagai buruh/karyawan/pegawai dengan penghasilan rendah. Tidak sedikit masyarakat yang menghabiskan usianya hanya menjadi buruh lepas atau pedagang kecil. Dan fenomena tersebut banyak dijumpai pada masyarakat menengah kebawah yang tinggal di permukiman padat penduduk.

Di Kota Bandung, sebagian besar penduduk marginal menempati permukiman padat penduduk. Hal ini jelas dapat dilihat dari status pendidikan juga pekerjaan yang mereka miliki. Yang memungkinkan mengkategorikan kawasan padat penduduk sebagai kawasan permukiman kumuh dengan masyarakat berstatus ekonomi yang rendah.

Dari penelitian Suhaeni (2010) yang meneliti Kelurahan Jamika, ditemukan bahwa mayoritas penduduk berpenghasilan rendah. Data tersebut didominasi oleh masyarakat yang bekerja di sektor informal sebagai pedagang atau buruh. Dari tingkat pendidikan pun rata-rata hanya sebatas menyelesaikan pendidikan setara Sekolah Dasar. Penelitian yang di lakukan tahun 2010 tersebut, menunjukkan bahwa tidak ada perkembangan positif yang signifikan apabila melirik data di tahun 2017. Di Tahun 2017, Badan Pusat Statistik Kota Bandung menempatkan Kelurahan Jamika sebagai kelurahan yang paling banyak penduduknya daripada kelurahan lainnya di Kecamatan Bojongloa Kaler, yaitu mencapai 31.240 jiwa. Terdapat 18% adalah pedagang, yang mana masih menjadi mata pencaharian tertinggi di kecamatan

tersebut. Dari hasil penelitian tersebut ditemukan bahwa mayoritas masyarakat di kawasan padat penduduk tersebut tidak memiliki keterampilan untuk bersaing dalam kehidupan perkotaan. Dapat disimpulkan bahwa masih kurangnya kesadaran masyarakat untuk belajar mengembangkan keterampilannya, khususnya dalam tujuan untuk memperbaiki status ekonominya dalam jangka waktu yang panjang.

Selain di Kelurahan Jamika, kasus di Kelurahan Braga pun terlihat serupa. Dalam penelitian (Wihadanto et al. 2017), permukiman kumuh di Kampung Braga pun didominasi oleh pedagang dengan tingkat pendidikan dan penghasilan ekonomi yang relatif rendah. Tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, mengakibatkan kondisi hunian yang tidak layak. Maka dengan kualitas kawasan tersebut, tentunya semakin menggambarkan kawasan yang masuk ke dalam kategori permukiman kumuh. Yang salah satunya diakibatkan dari karakter penghuninya yang mempertahankan kemiskinannya dengan tanpa meningkatkan produktivitasnya.

Permukiman dengan karakteristik tingginya padat penduduk, umumnya menimbulkan masalah (Suhaeni 2010). Permasalahan tersebut bukan hanya bagi pemerintah, tetapi juga bagi penduduknya. Dengan tidak memperhatikan kualitas dirinya sebagai penghuni, tentu saja dapat berpengaruh pada kawasan tempat tinggalnya.

Kemiskinan di Permukiman Kumuh Perkotaan

Di Indonesia, pemberdayaan masyarakat menjadi suatu upaya pengentasan kemiskinan serta keterbelakangan masyarakat (Kurniawati, Supriyono, dan Hanafi 2013). Karena Indonesia sebagai negara terpadat keempat di dunia dengan populasi sekitar 267,3 juta ini, masih memiliki tantangan yang cukup besar untuk memberantas kemiskinan. Ada sekitar 25,1 juta penduduk yang hidup di bawah garis kemiskinan. Bahkan, berdasarkan data bulan Maret 2019, sekitar 20,6% dari seluruh populasi masih rentan jatuh ke dalam kemiskinan (www.worldbank.org 2020). Namun, konsep pemberdayaan bukan hanya untuk memenuhi kebutuhan dasar atau sekedar menyediakan mekanisme untuk mencegah kemiskinan. Melainkan salah satu dimensi dari pemberdayaan itu sendiri adalah menyangkut pada usaha menumbuhkan perilaku masyarakat miskin agar mereka mandiri dan produktif dalam memenuhi kebutuhan hidup (Suyanto 2001).

Tantangan kemiskinan ini pun berkaitan dengan area permukiman kumuh di Indonesia. Indonesia sebagai negara berkembang dengan permukiman kumuh yang cukup banyak di Asia Tenggara. Di tahun 2001, UN-Habitat mencatat ada 23,1% atau sekitar 20.877 ribu populasi daerah kumuh di Indonesia. Tentu saja area kumuh tersebut tersebar khususnya di kota-kota besar. Proyek Penanggulangan Kemiskinan Perkotaan (P2KP) menjadikan permukiman kumuh sebagai salah satu sasaran program pemerintah Indonesia dengan pendekatan pemberdayaan masyarakat (ciptakarya.pu.go.id 2006).

Istilah area kumuh menjadi ekspresi kemiskinan perkotaan yang paling terlihat jelas. Kemunculan kata “kumuh” pada awal abad ke-19, menggambarkan bagian kota yang bereputasi rendah. Kini, permukiman kumuh menggambarkan area perumahan yang telah berdiri dalam kurun waktu yang panjang, menjadi memburuk, karena adanya siklus urbanisasi. Permukiman kumuh biasanya digambarkan sebagai rumah-rumah lama yang unit-unitnya secara bertahap ditambah kearah vertikal, juga beralih fungsi menjadi rumah yang disewakan kepada kelompok-kelompok berpenghasilan rendah. Yang mana bentuk fisik hunian di permukiman area kumuh bervariasi, dari gubuk paling sederhana hingga bangunan permanen. Ditambah lagi akses layanan air, listrik, sanitasi serta infrastruktur dasar lainnya pun cenderung terbatas.

Menurut data Kementerian Pekerjaan Umum, terdapat 14.837 Ha wilayah di Indonesia yang masih termasuk kategori kumuh. Adapun wilayah perkotaan lebih mendominasi daripada pedesaan. Hal ini berpotensi menimbulkan penurunan kualitas perkotaan itu sendiri. Maka, dalam kajian ini, penulis membatasi fokus pada contoh wilayah kumuh di perkotaan. Dengan mengkaji peningkatan produktivitas yang dapat berpengaruh terhadap perbaikan tempat tinggal.

Investasi Modal Manusia pada Masyarakat Permukiman Kumuh Perkotaan

Banyak penelitian di bidang permukiman menyatakan bahwa salah satu solusi pemberantasan kemiskinan adalah dengan adanya peningkatan berinvestasi dalam modal manusia. Seperti yang dikemukakan oleh Suhaeni (2010) bahwa salah satu upaya pencegahan kemiskinan adalah dengan pendekatan pendidikan formal maupun informal yang dapat meningkatkan produktivitas individu. Diperkuat dari Reed & Loughran (1984), yang mengemukakan bahwa individu yang telah dewasa dengan mempelajari

keterampilan baru sebagai pemenuh kebutuhan produktivitasnya, maka dirinya telah berupaya untuk memiliki kehidupan yang lebih baik (Moreland dan Lovett 2006).

Secara bersamaan, pembelajaran tersebut menjadi faktor utama untuk pertumbuhan dan pemberdayaan secara kolektif atau kemasyarakatan (dalam Moreland & Lovett, 2006). Karena belajar dapat dan memang terjadi setiap saat, maka pembelajaran sepanjang hayat menjadi salah satu aspek yang terjadi dalam bidang pemberdayaan masyarakat (Moreland dan Lovett, 2006).

Berinvestasi dalam modal manusia harus “disadarkan” kehadirannya kepada khalayak luas, khususnya pada masyarakat sasaran dari program pemberdayaan. Dewey (dalam Barros, 2012) memaparkan bahwa harus ada pemahaman pembelajaran atau pendidikan yang bukan hanya didapatkan di bangku sekolah saja, tetapi lebih dari itu adalah untuk memenuhi peran dalam melangsungkan kehidupan tanpa memandang usia. Namun, tidak semua orang paham akan hal itu. Tergambar dari realita sejauh mana individu menikmati proses belajar dan menghargai manfaat potensial dari pembelajaran itu sendiri (OECD 2016). Di Albania, data menunjukkan bahwa individu yang tidak miskin lebih banyak terlibat dalam pendidikan (Bici dan Çela 2017). Di Indonesia sendiri variabel pendidikan cenderung mampu mengurangi angka kemiskinan (Sukanto dkk. 2019).

Modal manusia berangkat dari tujuan dalam peningkatan produktivitas individu dan meningkatkan pendapatan di masa depan (Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014; Weber 2014). Memang konsep modal manusia dipandang untuk pemberdayaan individu. Yang mana menjadikan individu yang lebih produktif dalam kehidupannya. Apabila individu tersebut sudah mulai sadar akan produktivitas yang harus dicapai, tentu saja akan berpengaruh pada tingkat kesejahteraan. Semakin banyak orang yang sadar dengan kewajibannya memberdayakan dirinya sendiri, maka semakin luas pencapaian kesejahteraan di suatu negara. Semakin banyak orang yang sejahtera, maka tingkat kemiskinan pun tentunya akan berkurang. Hal ini berimplikasi pada kepentingan dalam konsep modal manusia yang dapat meningkatkan kesuksesan lingkungannya juga (Marhaeni, Yuliarmi, dan Setiawina 2019). Maka dibutuhkan lebih banyak kesadaran masyarakat untuk berinvestasi dalam modal manusia (Litschka, Markom, dan Schunder 2006).

Peran modal manusia muncul dari timbal balik interaksi yang memungkinkan peluang untuk perkembangan di masyarakat (Passerini dan Wu 2008). Keefektifan dari pemilihan investasi ini tergantung pada dinamika kehidupan, baik itu sosial dan budaya, maupun komitmen dirinya sendiri untuk belajar (Davis 2006). Oleh karena itu dinamika dalam suatu sistem sosial, tentunya dapat berpengaruh pada keputusan setiap individu dalam berinvestasi.

Dengan pendekatan modal manusia, setiap individu menjadi sadar untuk memilih terhindar dari garis ketidak beruntungan. Karena tanpa adanya modal manusia, kemiskinan akan tetap menjadi bayangan. Kecuali mereka memiliki hak properti (Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014). Namun, properti atau modal konvensional lainnya tentu saja sewaktu-waktu akan habis bila individu tersebut larut pada kondisi dan situasi kehidupan tanpa peningkatan kapasitas diri.

Bukan hanya terkait pendapatan atau kekayaan, investasi dalam belajar akan menghasilkan perbedaan dalam kapasitas peningkatan nilai individu (Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014). Investasi dalam pengembangan modal manusia akan menguntungkan baik bagi individu itu sendiri maupun tempat di mana dia bekerja dan berkehidupan (Ju 2019). Manfaat modal manusia tumbuh seiring waktu (Passerini dan Wu 2008). Semakin awal berinvestasi, maka semakin panjang manfaat yang di dapat (Weber 2014).

Namun, berinvestasi dalam modal manusia pun harus disesuaikan dengan prioritas pencapaian hidup. Karena apabila tidak selaras, tentu akan menjadi tidak efektif dan seolah menghabiskan anggaran saja (Cantrell et al. 2006). Masyarakat sebenarnya memiliki kemampuan memilih dan mencapai tujuan hidup (Passerini dan Wu 2008). Teori modal manusia menjadikan individu itu sendiri sebagai pemegang keputusan dalam berinvestasi (Fayos-Sola, Moraleda, dan Mazón 2014). Bagaimana dia membuat keputusan tentang bagaimana dan berapa nilai investasi yang dia harus keluarkan.

Konsep modal manusia dipandang untuk pemberdayaan individu. Yang mana menjadikan individu yang lebih produktif dalam kehidupannya. Apabila individu tersebut sudah mulai sadar akan produktivitas yang harus dicapai, tentu saja akan berpengaruh pada tingkat kesejahteraan. Semakin banyak orang yang sadar dengan kewajibannya memberdayakan dirinya sendiri, maka semakin luas pencapaian kesejahteraan di suatu negara. Semakin banyak orang yang sejahtera, maka tingkat

kemiskinan pun tentunya akan berkurang. Hal ini berimplikasi pada kepentingan dalam konsep modal manusia yang dapat meningkatkan kesuksesan lingkungannya juga (Marhaeni, Yuliarmi, dan Setiawina 2019). Maka dibutuhkan lebih banyak kesadaran masyarakat untuk berinvestasi dalam modal manusia (Litschka, Markom, dan Schunder 2006).

KESIMPULAN

Indonesia sebagai negara terpadat keempat di dunia, memiliki tantangan yang cukup besar untuk memberantas kemiskinan. Salah satunya adalah kemiskinan yang berkaitan dengan kawasan permukiman kumuh perkotaan. Karena kawasan kumuh menggambarkan bagian kota yang bereputasi rendah. Bukan hanya kualitas fisik huniannya, melainkan juga berkaitan dengan kualitas penduduknya.

Ditemukan bahwa permukiman kumuh didominasi oleh masyarakat dengan status dan ekonomi yang rendah. Masih banyak individu yang belum menikmati proses belajar dan menghargai manfaat potensial dari pembelajaran itu sendiri. Walaupun keefektifan dari penentuan investasi modal manusia ini tergantung pada dinamika kehidupan, baik itu sosial dan budaya, maupun komitmen dirinya sendiri.

Masyarakat permukiman kumuh tidak berdaya dalam hal meningkatkan taraf kehidupannya. Dari hasil kajian literatur ini, ditemukan banyak temuan penelitian yang menempatkan masyarakat di permukiman kumuh kurang begitu memperhatikan pendidikan dan proses pembelajaran selama hidupnya. Sehingga membuat kawasan tempat tinggalnya pun semakin tidak layak huni. Maka dari itu, diperlukan strategi pemberdayaan dengan pendekatan investasi modal manusia terhadap masyarakat permukiman kumuh. Karena dengan memperhatikan kualitas dirinya sebagai penghuni, tentu saja dapat berpengaruh pada peningkatan kualitas kawasan tempat tinggalnya.

Analisis dalam kajian ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut karena memiliki beberapa keterbatasan seperti waktu dan kurangnya kajian lapangan secara langsung. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menganalisis lebih dalam terkait faktor-faktor yang berpengaruh pada rendahnya pengembangan modal manusia pada masyarakat marginal, khususnya di permukiman kumuh perkotaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada dosen program studi magister Pendidikan Masyarakat, Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan wawasan, masukan dan dorongan dalam penyusunan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Aisha, Ombretta Romice, dan Ashraf M Salama. 2016. "Slums and prosperity: a complex, dynamic pathway of intervention." <https://doi.org/10.1108/ARCH-02-2019-0041>.
- Adamson, Dave, dan Richard Bromiley. 2013. "Community empowerment: Learning from practice in community regeneration." *International Journal of Public Sector Management* 26 (3): 190–202. <https://doi.org/10.1108/IJPSM-08-2011-0105>.
- Arimah, Ben C. 2010. "The Face of Urban Poverty: Explaining the Prevalence of Slums in Developing Countries." *Urbanization and Development: Multidisciplinary Perspectives*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199590148.003.0008>.
- Bailey, Earl. 2014. "Redefining comprehensive urban management, in the Kingston Metropolitan Region, Jamaica" 7 (1): 27–56. <https://doi.org/10.1108/JPMD-04-2013-0010>.
- Barros, Rosanna. 2012. "From lifelong education to lifelong learning: Discussion of some effects of today's neoliberal policies." *European Journal for Research on the Education and Learning of Adults* 3 (2): 119–34. <https://doi.org/10.3384/rela.2000-7426.rela0071>.
- Bici, Ruzhdie, dan Mirësi Çela. 2017. "Education as An Important Dimension of the Poverty." *European Journal of Multidisciplinary Studies* 2 (3): 88–95. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26417/ejms.v4i3.p88-95>.
- Buntat, Yahya, Nor Azlina, dan Siti Hajar. 2013. "The Need of Lifelong Learning towards Learning Community Development in Malaysia." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 93: 1541–45. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.079>.
- Cantrell, Susan, James M. Benton, Terry Laudal, dan Robert J. Thomas. 2006. "Measuring the value of human capital investments: The SAP case." *Strategy and Leadership* 34 (2): 43–52. <https://doi.org/10.1108/10878570610652626>.
- Chen, Zhiwei, dan Ying Liu. 2019. "The different style of lifelong learning in China and the USA based on influencing motivations and factors." *International Journal of Educational Research* 95 (March): 13–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.03.005>.
- ciptakarya.pu.go.id. 2006. "Menata Permukiman Kumuh dengan Pemberdayaan Masyarakat." 2006.
- Claver-Cortés, Enrique, Patrocinio Carmen Zaragoza-Sáez, Hipólito Molina-Manchón, dan Mercedes Úbeda-García. 2015. "Intellectual capital in family firms: Human capital identification and measurement." *Journal of Intellectual Capital* 16 (1): 199–223. <https://doi.org/10.1108/JIC-04-2014-0046>.
- Cleopatra, Maria. 2015. "Pengaruh Gaya Hidup dan Motivasi Belajar terhadap Prestasi Belajar Matematika." *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA* 5 (2): 168–81. <https://doi.org/10.30998/formatif.v5i2.336>.
- Costello, Michael A. 1987. "Slums and Squatter Areas as Entrepôts for Rural-Urban Migrants in a Less Developed Society." *Social Forces* 66 (2): 427–45. <https://doi.org/10.1093/sf/66.2.427>.
- Davis, Peter. 2006. "Beyond human resource management in co-operatives." *Cross Cultural Management: An International Journal* 13 (1): 69–95. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/13527600610643493>.
- Elliott, Ian Charles, Violetta Fejszes, dan Mariola Tarrega. 2019. "The Community Empowerment Act and localism under devolution in Scotland The perspective of multiple stakeholders in a council ward." *International Journal of Public Sector Management* 32 (3): 302–19. <https://doi.org/10.1108/IJPSM-03-2018-0080>.
- Fayos-Sola, Eduardo, Laura Fuentes Moraleda, dan Ana Isabel Munõz Mazón. 2014. *Key factors for development. Bridging Tourism Theory and Practice*. Vol. 5. Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S2042-144320140000006011>.
- Ju, Boreum. 2019. "The roles of the psychology, systems and economic theories in human resource development." *European Journal of Training and Development* 43 (1–2): 132–52. <https://doi.org/10.1108/EJTD-02-2018-0020>.

- Kassahun, Samson. 2015. "Social Capital and Trust in Slum Areas: the Case of Addis Ababa, Ethiopia." *Urban Forum* 26 (2): 171–85. <https://doi.org/10.1007/s12132-014-9235-3>.
- Khasawneh, Samer. 2011. "Human capital planning in higher education institutions: A strategic human resource development initiative in Jordan." *International Journal of Educational Management* 25 (6): 534–44. <https://doi.org/10.1108/09513541111159040>.
- Kim, Jungin. 2018. "The contrary effects of intrinsic and extrinsic motivations on burnout and turnover intention in the public sector." *International Journal of Manpower* 39 (3): 486–500. <https://doi.org/10.1108/IJM-03-2017-0053>.
- Kormos, Judit, Thom Kiddle, dan Kata Csizér. 2011. "Systems of goals, attitudes, and self-related beliefs in second-language-learning motivation." *Applied Linguistics* 32 (5): 495–516. <https://doi.org/10.1093/applin/amr019>.
- Kurniawati, D. P., Bambang Supriyono, dan Imam Hanafi. 2013. "Pemberdayaan Masyarakat Di Bidang Usaha Ekonomi." *Jurnal Administrasi Publik* 1 (4): 9–14.
- Kwon, Kibum. 2019. "The long-term effect of training and development investment on financial performance in Korean companies." *International Journal of Manpower* 40 (6): 1092–1109. <https://doi.org/10.1108/IJM-10-2017-0286>.
- Lawson, Louise, dan Ade Kearns. 2010. "'Community Empowerment' in the Context of the Glasgow Housing Stock Transfer" 47 (June): 1459–78. <https://doi.org/10.1177/0042098009353619>.
- Litschka, Michael, Andreas Markom, dan Susanne Schunder. 2006. "Measuring and analysing intellectual assets: An integrative approach." *Journal of Intellectual Capital* 7 (2): 160–73. <https://doi.org/10.1108/14691930610661836>.
- Marhaeni, A.A.I.N., Ni Nyoman Yuliarmi, dan Nyoman Djinar Setiawina. 2019. "Empowering small industry of wood carving handicraft in Bangli district." *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship* 13 (1): 121–36. <https://doi.org/10.1108/apjie-07-2018-0045>.
- Martin, Graeme. 2012. "Motivation for lifelong learning: A biographical account of efficacy and control." *International Journal of Lifelong Education* 31 (6): 669–85. <https://doi.org/10.1080/02601370.2012.723048>.
- McCombs, Barbara L. 2010. "Motivation and Lifelong Learning." *Educational Psychologist* 26 (2): 117–27. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep2602_4.
- Mehrotra, Santosh, dan Mario Biggeri. 2010. "Children in home worker households in Pakistan and Indonesia." *International Journal of Manpower* 31 (2): 208–31. <https://doi.org/10.1108/01437721011042278>.
- Mielniczuk, Emilia, dan Mariola Laguna. 2017. "Motivation and training initiation: evidence from Poland" 29 (1): 24–36. <https://doi.org/10.1108/JWL-01-2016-0002>.
- Moreland, Rosemary, dan Tom Lovett. 2006. "Lifelong learning and community development." *International Journal of Lifelong Education*, 37–41. <https://doi.org/10.1080/0260137970160304>.
- Moser, Caroline O N. 2006. *Asset-based Approaches to Poverty Reduction in a Globalized Context*. Washington, D.C: Brookings Institute.
- Narushima, Miya, Jian Liu, dan Naomi Diestelkamp. 2018. "Lifelong learning in active ageing discourse: Its conserving effect on wellbeing, health and vulnerability." *Ageing and Society* 38 (4): 651–75. <https://doi.org/10.1017/S0144686X16001136>.
- OECD. 2016. "Technical Report of the Survey of Adult Skills (PIAAC)." *Pre-Publication copy*.
- Passerini, Katia, dan Dezhi Wu. 2008. "The new dimensions of collaboration: Mega and intelligent communities, ICT and wellbeing." *Journal of Knowledge Management* 12 (5): 79–90. <https://doi.org/10.1108/13673270810902957>.
- Ployhart, Robert, dan Thomas Moliterno. 2011. "Emergence of the human capital resource: A multilevel model." *Academy of Management Review* 36 (1): 127–50. <https://doi.org/10.5465/amr.2009.0318>.
- Rice, James. 2015. *Care for Major Health Problems and Population Health Concerns: Impacts on Patients, Providers and Policy Article information*: Vol. 26. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0275-4959\(08\)26010-2](https://doi.org/10.1016/S0275-4959(08)26010-2).

- Suhaeni, Heni. 2010. "Tipologi kawasan perumahan dengan kepadatan penduduk tinggi dan penanganannya." *Jurnal Permukiman* 5 (3): 116-23.
- . 2011. "Sistem spasial berbasis budaya menghasilkan ruang produktif untuk industri kreatif" 6 (1): 53-59.
- Sukanto, S, Bambang Juanda, Akhmad Fauzi, dan Sri Mulatsih. 2019. "Analisis Spasial Kemiskinan Dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression: Studi Kasus Kabupaten Pandeglang Dan Lebak." *Tataloka* 21 (4): 669. <https://doi.org/10.14710/tataloka.21.4.669-677>.
- Suyanto, Bagong. 2001. "Kemiskinan dan Pemberdayaan Masyarakat Miskin." *Masyarakat, Kebudayaan dan Politik* 14 (4): 25-42.
- Tikkanen, Tarja. 2017. "Problem-solving skills, skills needs and participation in lifelong learning in technology-intensive work in the Nordic countries." *Sodobna Pedagogika/Journal of Contemporary Educational Studies* 68 (4): 110-28.
- Torres, I. 2012. "Branding slums: A community-driven strategy for urban inclusion in Rio de Janeiro." *Journal of Place Management and Development* 5 (3): 198-211. <https://doi.org/10.1108/17538331211269611>.
- UN-Habitat. 2003. *Slums of the World: The face of urban poverty in the new millennium?* UN-Habitat. Nairobi.
- Walker, Richard, Kimberley Pressick-kilborn, Erica Sainsbury, dan Judith Maccallum. 2015. *The Decade Ahead: Applications and Contexts of Motivation and Achievement Article information: Advances in Motivation and Achievement*. Vol. 16. Elsevier. [https://doi.org/10.1108/S0749-7423\(2010\)000016B004](https://doi.org/10.1108/S0749-7423(2010)000016B004).
- Weber, Sylvain. 2014. "Human capital depreciation and education level." *International Journal of Manpower* 35 (5): 613-42. <https://doi.org/10.1108/IJM-05-2014-0122>.
- Wihadanto, Ake, Baba Barus, Noer Azam Achsani, dan Deddy S Bratakusumah. 2017. "Analisis Karakteristik dan Penilaian Tingkat Kekumuhan Kawasan Permukiman 'Kampung Braga' - Kota Bandung" 1 (2): 132-44.
- Wirymartono, Bagoes. 2014. *Perspectives on Traditional Settlements and Communities*. Singapore: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-4585-05-7>.
- www.worldbank.org. 2020. "The World Bank in Indonesia." 2020.

Volume 17 No. 1 Mei 2022

Jurnal PermukimanISSN : 1907 – 4352
E-ISSN : 2339 – 2975**Kumpulan Abstrak**

DDC : 363.7

Dinni, Fahmi, Elih Sudiapermana, Ade Sadikin Akhyadi
 Investasi Modal Manusia dalam Pemberdayaan Masyarakat Permukiman Kumuh Perkotaan
 Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 Mei 2022, hal. : 41 – 49

Permukiman kumuh perkotaan identik dengan permasalahan kemiskinan. Banyak penelitian di bidang permukiman menyatakan bahwa salah satu solusi pemberantasan kemiskinan adalah dengan adanya peningkatan berinvestasi dalam modal manusia. Ditemukan pula bahwa lingkungan dan kondisi seseorang bertempat tinggal, menjadi pengaruh yang cukup kuat terhadap tinggi-rendahnya pengambilan keputusan untuk memberdayakan diri. Menggunakan pendekatan studi literatur, kajian teoritis dan praktis dari berbagai penelitian mutakhir dihimpun menjadi beberapa poin yang berkaitan dengan modal manusia dan permukiman kumuh perkotaan. Ditemukan karakteristik masyarakat permukiman kumuh perkotaan yang kurang begitu memperhatikan kualitas diri, membuat kawasan tempat tinggalnya pun semakin tidak layak huni. Maka, diperlukan strategi pemberdayaan masyarakat dengan pendekatan investasi modal manusia sebagai salah satu upaya dalam peningkatan kualitas permukiman. Adapun tujuan dari kajian ini adalah mengeksplorasi dan berkontribusi menambah literatur seputar pemberdayaan masyarakat khususnya di permukiman kumuh perkotaan. Namun dengan segala keterbatasan, penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menganalisis lebih dalam terkait faktor- faktor yang berpengaruh terhadap rendahnya pengembangan modal manusia pada masyarakat permukiman kumuh perkotaan.

Kata kunci : Permukiman kumuh perkotaan, modal manusia, studi literatur, kemiskinan, pemberdayaan masyarakat

DDC : 628.4

Heston, Yudha Pracastino, Siti Haromin Aqsha, Eva Hapsari
 Ide Inovasi Teknologi Air Bersih dari Pelaksanaan Program PAMSIMAS Di Kabupaten Kebumen, Kabupaten Rembang dan Kepulauan Selayar
 Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 Mei 2022, hal. : 16 – 27

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah menargetkan pemenuhan kebutuhan 100% layanan air minum dan sanitasi pada tahun 2019, namun capaian akses air minum saat ini baru mencapai 72%. Salah satu program PUPR yaitu PAMSIMAS, berupaya mendorong penyediaan air bersih yang digunakan kebutuhan domestik berbasis masyarakat. Program ini walau sudah melibatkan masyarakat dari awal program, dan sudah tersedia pedoman dalam operasi dan pemeliharaan, belum semua wilayah berhasil dalam memelihara keberlanjutan operasi sarana dan prasarannya. Penelitian ini berupaya untuk mengidentifikasi permasalahan serta kebutuhan teknologi dari PAMSIMAS. Studi ini menggunakan metode kuantitatif – kualitatif (*mixed method*) dengan pendekatan kualitatif, yaitu diistilahkan sebagai *Problem Solving and Decision Making* (PSDM) untuk mencari informasi, menganalisa situasi, mengidentifikasi masalah dengan tujuan untuk menghasilkan alternatif tindakan berupa solusi teknologi. Hasilnya berupa kebutuhan untuk pengembangan teknologi, yang dapat diterapkan berdasarkan kebutuhan dan permasalahan di lapangan, antara lain: Instalasi IPA Merotek dengan penambahan proses elektrolisis, Teknologi Saringan Rumah Tangga dilengkapi dengan proses desinfeksi, Teknologi Meteran Air dengan Sistem Prabayar, dan Teknologi Penangkapan dan Pengolahan Air Hujan Sistem Komunal.

Kata kunci: Air minum, pemetaan, masalah, teknologi, PAMSIMAS, Kepulauan Selayar

DDC : 620.112

Pratama, Egi, Yushar Kadir, Chandra Afriade Siregar, Angga Arief Gumilang S.
Pemeriksaan Mutu Beton Terpasang Menggunakan Pengujian Nondestruktif (NDT) dan Destruktif,
Studi Kasus: Bangunan Beton Bertulang 4 Lantai
Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 Mei 2022 hal. : 1 – 8

Pemeriksaan mutu beton terpasang dapat dilakukan dengan menggunakan metode destruktif maupun nondestruktif. Pengujian destruktif mutu beton terpasang yang umum dilakukan adalah pengambilan sampel *core*. Sementara itu pengujian nondestruktif dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti *hammer test*, *UPV test*, *pull out test*, dll. Namun demikian pengujian nondestruktif tidak dapat langsung digunakan untuk mengkuantifikasi kuat tekan beton terpasang dilakukan pengkorelasi data secara valid. Dalam penelitian ini dilakukan pemeriksaan mutu beton terpasang dengan menggunakan pengujian destruktif yaitu pengambilan sampel *core* serta pengujian nondestruktif menggunakan *hammer test*. Studi kasus dilakukan pada bangunan objek kajian berupa bangunan dengan struktur rangka beton bertulang 4 lantai yang dibangun pada tahun 1987. Jumlah sampel *hammer test* yang diambil adalah sebanyak 32 buah, dimana 13 diantaranya dilengkapi dengan pengambilan sampel *core*. Dari 13 data irisan sampel *core* dan *hammer test* tersebut dilakukan penyusunan kurva *strength relationship* yang merupakan hubungan korelasi antara nilai *rebound hammer test* terhadap kuat tekan beton. Dari persamaan korelasi yang diperoleh selanjutnya dapat dilakukan pengkonversian seluruh data nilai *rebound hasil hammer test* terhadap kuat tekan beton terpasang sehingga jumlah sampel pengujian pada bangunan objek kajian menjadi lebih banyak jika dibandingkan dengan hanya menggunakan sampel *core drill* saja. Hasil analisis dan interpretasi terhadap data hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat tekan beton ekuivalen terpasang pada bangunan objek kajian adalah sebesar $\bar{f}_c = 12.21 \text{ MPa}$, dengan nilai kuat tekan pada 10-persentil *fractile* yang dihitung menggunakan *tolerance factor method* (Hindo dan Bergstorm, 1985) dan *alternate method* (Bartlett dan MacGregor, 1995) berturut-turut adalah $f'_{c,eq.1} = 5.37 \text{ MPa}$ dan $f'_{c,eq.2} = 8.87 \text{ MPa}$.

Kata kunci : Pengujian destruktif, pengujian nondestruktif, *core drill*, *hammer test*, korelasi uji nondestruktif

DDC : 363.5

Rosa, Yulinda
Metode Analisis Diskriminan dalam Mengenal Karakteristik Penghunian Rumah Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR)
Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 Mei 2022 hal. : 28 – 40

Kebutuhan perumahan masyarakat merupakan sesuatu yang akan mengalami perubahan sesuai dengan perkembangan ekonomi (lama bekerja, perkembangan kedudukan jabatan, peningkatan pendidikan dan lain-lain) serta perkembangan kehidupan sosial (berkaitan dengan siklus hidup, pola pikir). Perencanaan program penyediaan perumahan perlu mengakomodir kondisi tersebut. Tujuan dari penyusunan tulisan ini dalam rangka mengenal atau mengetahui karakteristik MBR untuk beberapa alternatif status tinggal suatu keluarga dalam suatu rumah, sesuai dengan perkembangan sosial dan ekonominya, dengan mengambil studi kasus di Kota Daerah Istimewa Yogyakarta, dan metode analisis yang digunakan adalah analisis diskriminan. Metode *multystage sampling* (sampling bertahap) digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini, mengambil resiko kesalahan kurang dari 1%, ditentukan jumlah sampel sebesar 600 kepala keluarga dari 131.092 Kepala Keluarga (KK) di Kota Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode analisis deskriptif dan analisis diskriminan. Persamaan fungsi diskriminan yang dibentuk dengan klasifikasi status tinggal tiga (3) klaster sangat memperbaiki (lebih layak) persamaan fungsi diskriminan lima (5) klaster memperlihatkan adanya kenaikan cukup signifikan untuk ketepatan penaksiran pengelompokan objek ke dalam klaster status tinggal: 1) Kenaikan sebesar 35,5% untuk status tinggal dengan orang tua; 2) Kenaikan sebesar 24,4 % untuk status tinggal sewa/kontrak; 3) Kenaikan sebesar 29 % untuk status tinggal milik.

Kata kunci : Analisis diskriminan, karakteristik masyarakat, sosial dan ekonomi, MBR, Kota Daerah Istimewa Yogyakarta

DDC : 620.19

Siswoyo, Eko, Akbar Hanifanur Prayitno. Noor Shofia Rahma

Paving Block Ramah Lingkungan Berbasis Lumpur dari Instalasi Pengolahan Air Minum

Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 Mei 2022 hal. : 9 – 15

Lumpur yang dihasilkan dari instalasi pengolahan air minum di Indonesia masih belum dimanfaatkan dengan baik dan menjadi permasalahan bagi lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan yaitu dengan memanfaatkan lumpur tersebut sebagai bahan baku paving block. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perbandingan limbah lumpur yang baik dari hasil uji daya serap air, uji kekuatan dan uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) kemudian juga untuk mengetahui mutu paving block serta nilai tambah ekonomi dalam produksi paving block. Pada penelitian ini dibuat beberapa variasi komposisi lumpur PDAM yaitu 0%, 10%, 30% dan 50% dari komposisi total bahan paving block. Proses pembuatan paving block mengikuti prosedur yang ada yaitu tahapan pembuatan komposisi beton yang diinginkan, melakukan pencetakan dengan mesin press, melakukan pengeringan selama 14 hari dan perendaman selama 14 hari berikutnya. Setelah melalui tahap pengerasan selama 28 hari, kemudian dilakukan pengukuran kuat tekan dan daya serap air yang mengacu pada SNI 03-1691-1996. Selain itu dilakukan juga uji TCLP untuk mengetahui potensi limbah berbahaya yang dapat timbul dari produk paving block yang dihasilkan. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa komposisi limbah lumpur 10% memberikan hasil uji kuat tekan rata-rata sebesar 8,55 MPa dan daya serap air rata-rata sebesar 3,57%. Hasil uji ini dapat memenuhi uji mutu paving block kategori 'D' sesuai dengan SNI-03-0691-1996. Dan pada hasil uji TCLP menunjukkan kadar logam berat yang diujikan tidak melebihi dari baku mutu yang ada.

Kata kunci: Daya serap air, kuat tekan, limbah lumpur PDAM, paving block, TCLP

Abstract

DDC : 363.7

Dinni, Fahmi, Elih Sudiapermana, Ade Sadikin Akhyadi
Human Capital Investment in Empowerment of Urban Slum Communities
Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 May 2022, p. : 41 – 49

Urban slums are synonymous with poverty problems. Many studies in the field of settlements state that one solution to poverty eradication is to increase investment in human capital. It was also found that the environment and condition of a person's place of residence have a strong enough influence on the level of decision making to empower themselves. Using a literature study approach, theoretical and practical studies from various latest research are compiled into several points related to human capital and urban slums. It was found that the characteristics of urban slum communities who pay less attention to self-quality, make the area where they live even more uninhabitable. So, a community empowerment strategy is needed with a human capital investment approach as an effort to improve the quality of settlements. The purpose of this study is to explore and contribute to adding to the literature on community empowerment, especially in urban slums. However, with all the limitations, further research is expected to be able to analyze.

Keywords : Urban slums, human capital, systematic literature review, poverty, community empowerment

DDC : 628.4

Heston, Yudha Pracastino, Siti Haromin Aqsha, Eva Hapsari
Ideas of Clean Water Technology Innovation from PAMSIMAS Program Implementation in Kebumen District, Rembang District, and Selayar Island District
Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 May 2022, p. : 16 – 27

Ministry of Public Works and Housing (PUPR) has targeted 100% access of water and sanitation services in 2019, but until now the target reaches 72%. One of the PUPR programs, namely PAMSIMAS, seeks to encourage the provision of clean water that is used by community-based domestic needs. Even though this program has involved the community from the beginning of the program, and guidelines are available in operation and maintenance, not all regions have succeeded in maintaining the sustainability of the operation of their facilities and infrastructure. this study seeks to identify the problems and technological needs of PAMSIMAS. This study uses a quantitative - qualitative method (mixed method) with a qualitative approach, which is termed a Problem Solving and Decision Making (PSDM) to find information, analyze situations, identify problems with the aim of producing alternative actions in the form of technological solutions. The result is a need for technological development, which can be applied based on needs and problems in the field, including: Merotek IPA Installation with the addition of electrolysis processes, Household Filter Technology equipped with disinfection processes, Water Meter Technology with Prepaid Systems, and Water Catching and Processing Technology Communal Rain System.

Keywords: Drinking water, mapping, problems, technology, PAMSIMAS, Selayar Island

DDC : 620.112

Pratama, Egi, Yushar Kadir, Chandra Afriade Siregar, Angga Arief Gumilang S.

Concrete In-place Strength Assessment Utilizing Non-destructive Test (NDT) and Destructive Test, Case Study: 4 Stories Building

Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 May 2022, p. : 1 – 8

Assessment of in-place strength of concrete can be carried out using destructive or non-destructive methods. Taking core drill sample is common type of concrete destructive test. Meanwhile, nondestructive test can be conducted by several methods such as hammer test, UPV test, pull out test, etc. However, nondestructive test cannot be directly used to quantify the compressive in-place strength of the concrete unless a valid correlation is established. In this study, the concrete in-place strength were assessed utilizing core drill as destructive test and hammer test as nondestructive test. A case study was conducted on the object of the study in the form of a 4-story building with reinforced concrete structure built in 1987. The number of hammer test samples taken was 32 units, of which 13 were equipped with core sampling. From the 13 core and hammer test slice data, a strength relationship curve was established as the correlation relationship between the rebound hammer test value and the concrete compressive strength. From the correlation equation obtained, all the rebound value data's from the hammer test then can be converted to the in-place strength of the concrete so that there are more samples obtained in the study than using core samples only. The results of the analysis and interpretation of the test data show that the average value of the concrete equivalent in-place strength in the study object building is $\bar{f}_c = 12.21 \text{ MPa}$, with its 10% fractile value calculated by tolerance factor method (Hindo dan Bergstorm, 1985) and Alternate method (Bartlett dan MacGregor, 1995) respectively are $f'_{c,eq.1} = 5.37 \text{ MPa}$ and $f'_{c,eq.2} = 8.87 \text{ MPa}$.

Keywords : Destructive test, nondestructive test, core drill, hammer test, non-destructive test correlation

DDC : 363.5

Rosa, Yulinda

Discriminant Analysis Methods in Recognizing the Occupancy Characteristics Houses of Low Income Society

Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 May 2022, p. : 28 – 40

Community housing needs are something that will change according to economic development (length of work, development of position, increased education, etc.) and development of social life (related to the life cycle, mindset). Planning for housing provision programs needs to accommodate these conditions. The purpose of compiling this paper is to identify or determine the characteristics of low income society for several alternative living statuses of a family in a house, according to their social and economic development, by taking a case study in the Special Region of Yogyakarta, and the analytical method used is discriminant analysis. The multi-stage sampling method was used for sampling in this study, taking a risk of error of less than 1%, determined by the number of samples of 600 families from 131,092 Heads of Families (KK) in the Special Region of Yogyakarta. Descriptive and discriminant analyses were used. The discriminant function equation formed by the classification of residence status into three (3) clusters greatly improves (more feasible) the discriminant function equation in five (5) clusters shows a significant increase in the accuracy of the estimation of grouping objects into clusters of residence status: 1) An increase of 35.5% for the status of living with parents; 2) An increase of 24.4% for rental/contract stay status; 3) An increase of 29% for the status of residence owned

Keywords : Discriminant analysis, community characteristics, social and economic, low income society, Yogyakarta Special Region

DDC : 620.19

Siswoyo, Eko, Akbar Hanifanur Prayitno, Noor Shofia Rahma

Environmentally Friendly Paving Block Based on Sludge of Drinking Water Treatment Plant

Jurnal Permukiman Vol. 17 No. 1 May 2022, p. : 9 – 15

Sludge of drinking water treatment plants in Indonesia is still not utilized properly and caused problem for the environment. One alternative that can be applied is by utilizing the sludge waste as a substitution material for paving blocks. This study aims to analyze the best comparison of sludge waste substitution to make concrete bricks based from the results of the water absorbency test, compressive strength test and Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) test then also to find out the quality of paving block and knowing economic value added in the production of substituted paving block. In this study, several variations of the composition of DWTP sludge were made, the composition were 0%, 10%, 30% and 50% of the total composition of the paving block material. The process of making paving blocks were following the existing procedures, the steps that must be done including concrete mixture composing, molding with a press machine, doing drying for 14 days and soaking for the next 14 days. After going through the hardening stage for 28 days, then the measurements of compressive strength and water absorption were tested out referring to SNI 03-1691-1996. In addition, TCLP tests were also conducted to determine the potential of hazardous waste that can be leached from the produced paving block products. The results of the testing showed that the composition of the 10% sludge waste gave an average compressive strength test of 8.55 MPa and an average water absorption test of 3.57%. The results of this test can meet the quality test of category 'D' paving blocks in accordance with SNI-03-0691-1996. And the TCLP test results showed no levels of heavy metals tested were exceeding the existing standards and regulations.

Keywords: Water absorption, compressive strength, DWTP sludge, paving block, TCLP

Indeks Subjek / Subject Index

- A**
 Agregat, 11, 12, 15, 16
 Air minum, 10, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 26, 28
 Data, 34
 Diskriminan, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37
 Analisis tematik, 22
 Atribut, 25, 26, 27, 32
- B**
 Balok, 4, 5, 6
 Beton, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17
- D**
 Daya, 10, 13, 15, 16
 Decision
 Decision Support System, 25
- E**
Effluent, 11
 Ekstrinsik, 47, 48
 Elektrolisis, 18, 26, 28
- F**
 Fungsi, 16, 20, 22, 26, 28, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 49
- H**
Hammer test, 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9
 Hidram, 25
Housing career, 33
- I**
 Individu, 42, 47, 48, 49, 50, 51
 Investasi, 45, 46, 47, 48, 50, 51
 Irigasi, 22, 26
- K**
 Kemiskinan, 45, 46, 49, 50, 51
 Kesadaran, 26, 28, 48, 50
 Kolom, 4, 5, 6, 35, 36, 39, 41
 Komponen, 4, 6, 19, 25, 47
 Konvensional, 11, 12, 15, 47, 50
 Kovarians, 32, 33
 Kuat tekan, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17
 Kumuh, 18, 45, 46, 47, 48, 49, 51
- L**
 Layak huni, 31, 45, 51
- Limbah**, 10, 11, 13, 15, 16, 26, 27
Lower-bound, 3, 6, 7
 Lumpur, 10, 11, 12, 14, 15, 16
- M**
 Mileu, 28
 Modal, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
Money, 27, 28
 Mutu, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16
- O**
Outlier, 3, 4, 6, 8
- P**
 PAMSIMAS, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 29
Paving block, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
 PDAM, 10, 11, 15, 16, 23
 Pemberdayaan, 45, 46, 47, 49, 50, 51
 Pemetaan, 18, 22, 28
 Pendidikan, 30, 31, 33, 46, 47, 48, 49, 51
 Penghuni, 31, 32, 33, 49, 51
 Pengujian
 destruktif, 1, 2
 nondestruktif, 1, 2
 Populasi, 49
 Produktif, 46, 48, 49, 50
 Produktivitas, 47, 49, 50
- R**
Reservoir, 19, 28
 Responden, 32, 34, 36, 41, 42, 43
- S**
 Selayar, 17, 18, 20, 24, 25
 Sewa, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 41, 43
Stepwise, 35, 36, 37, 38
- T**
 TCLP, 10, 13, 15, 16
 Teknologi, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
 Tinggal, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 48, 49
- U**
 Umur, 2, 35, 40
- W**
Water, 10, 17, 18, 26

Pedoman Penulisan Naskah

1. Redaksi menerima naskah karya ilmiah ilmu pengetahuan dan teknologi bidang permukiman, baik dari dalam dan luar lingkungan Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan
2. Naskah yang diusulkan untuk dimuat dalam Jurnal Permukiman haruslah tulisan yang belum pernah dipublikasikan dalam majalah ilmiah lainnya. Naskah dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris dengan menggunakan kaidah bahasa tulis yang baik dan benar
3. Naskah disampaikan ke redaksi dalam bentuk file digital "MS Word" jumlah halaman naskah maksimum 15 halaman termasuk abstrak, gambar, tabel dan daftar pustaka
4. Naskah akan dinilai oleh dewan penelaah (mitra bebestari). Kriteria penilaian meliputi kebenaran isi, derajat, orisinalitas, kejelasan uraian dan kesesuaian dengan sasaran jurnal. Dewan penelaah berwenang mengembalikan naskah untuk direvisi atau menolaknya
5. Dewan redaksi dan dewan penelaah berhak memperbaiki naskah tanpa mengubah isi dan pengertiannya, serta akan berkonsultasi dahulu dengan penulis apabila dipandang perlu untuk mengubah isi naskah. Penulis bertanggung jawab atas pandangan dan pendapatnya di dalam naskah
6. Jika naskah disetujui untuk diterbitkan, penulis harus segera menyempurnakan dan menyampaikannya kembali ke redaksi paling lambat satu minggu setelah tanggal persetujuan
7. Bila naskah diterbitkan, penulis akan mendapatkan *reprint* (cetak lepas) sebanyak 3 eksemplar dan naskah akan menjadi hak milik instansi penerbit
8. Naskah yang tidak dapat diterbitkan akan diberitahukan kepada penulis dan naskah tidak akan dikembalikan, kecuali ada permintaan lain dari penulis
9. Keterangan yang lebih terperinci dapat menghubungi Sekretariat Redaksi
10. Secara teknis persyaratan naskah adalah :

Sistematika penulisan :

- **Bagian awal:** Judul, Keterangan Penulis, Abstrak. Abstrak disusun dalam satu alinea antara 150-200 kata berisi: alasan penelitian dilakukan, pernyataan singkat apa yang telah dilakukan (metode), pernyataan singkat apa yang telah ditemukan, pernyataan singkat apa yang telah disimpulkan disertai minimal 5 kata kunci. Judul, Abstrak dan Kata Kunci disusun dalam 2 (dua) bahasa (Indonesia – Inggris).
- **Bagian utama :** Pendahuluan, Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan
- **Bagian akhir:** Ucapan Terima Kasih, Daftar Pustaka dan Lampiran (jika ada)

Teknik penulisan:

- a. Naskah ditulis pada kertas ukuran A4 *portrait* (210 x 297 mm), ketikkan satu spasi dengan 2 kolom, jarak kolom pertama dan kedua 0,5 cm.
- b. Margin: tepi atas 3 cm, tepi bawah 2,5 cm, sisi kiri 3 cm dan kanan 2 cm. Alinea baru diberi tambahan spasi (+ ENTER).

Penggunaan huruf:

- Judul, ditulis di tengah halaman, Cambria 14 pt. Kapital **Bold**
 - Isi Abstrak, Cambria 10 *ptalic*, 1 spasi
 - Judul Bab ditulis di tepikiri, Cambria Kapital 11pt, **Bold**
 - Judul Sub Bab, Cambria *Tittle Case* 11pt, **Bold**
 - Isi, Cambria 10 pt, 1 spasi
 - Penomoran halaman menggunakan angka arab
- c. Daftar Pustaka sebaiknya menggunakan referensi terbaru, terbitan 5 (lima) tahun terakhir, kecuali untuk *handbook* yang belum ada cetakan revisi/ terbaru.
 - d. Pustaka dalam teks (*in text citation*), sumber pustaka suatu kutipan atau cuplikan dalam teks ditulis dengan mengacu pada aturan Chicago Manual Style (*authors – date*);
 - Sumber pustaka dapat ditulis langsung dalam teks dalam suatu tanda kurung (). Bila terdapat beberapa sumber pustaka maka urutan penulisan adalah berdasarkan abjad dan kemudian berdasarkan tahun publikasi. CONTOH: "... seperti diungkap dalam penelitian terdahulu (Allan 1996a, 1996b, 1999; Allan and Jones 1995). Armstrong et al. (2010) telah menyatakan bahwa ... "
 - e. Daftar pustaka ditulis sesuai contoh sebagai berikut:

Buku/monograf (satu pengarang)

Pollan, Michael. 2006. *The Omnivore's Dilemma: A Natural History of Four Meals*. New York: Penguin.

Artikel Jurnal

Sabaruddin, Arief, Tri Harso Karyono, Rumiati R. Tobing. 2013. Metoda Kovariansi dalam Penilaian Kinerja Kemampuan Adaptasi Bangunan terhadap Lingkungan. *Jurnal Permukiman* Vol. 8 No.1 April 2013: 30-38.

Situs Web

Achenbach, Joel. 2015. "Why Do Many Reasonable People Doubt Science?". *National Geographic*. <http://ngm.nationalgeographic.com> (diakses 15 Juni 2015).



**Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jenderal Cipta Karya
Bina Teknik Permukiman dan Perumahan Rakyat**

ISSN 1907-4352



9 771907 435264