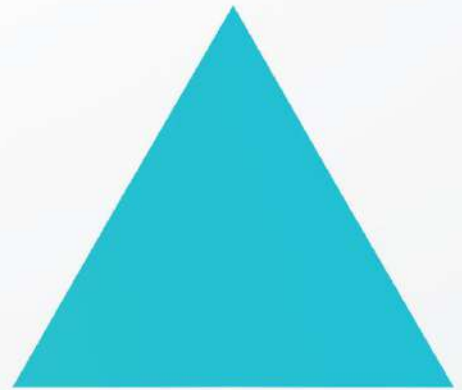


p-ISSN 2502-8952
e-ISSN 2623-2197

PENA **TEKNIK**



JURNAL ILMIAH
ILMU-ILMU
TEKNIK

Diterbitkan:
Fakultas Teknik
Universitas Andi Djemma Palopo

JIIT	Volume 6	Nomor 1	Halaman 1 - 47	Maret 2021	p-ISSN 2502-8952 e-ISSN 2623-2197
-------------	-----------------	----------------	---------------------------------	-------------------	--------------------------------------

www.ojs.unanda.ac.id
email: penateknik@unanda.ac.id

EDITORIAL TEAM & PEER REVIEWERS

Advisory Board

Dr. Sukriming Sapareng, SP, MP. : Ketua LP2M Univ. Andi Djemma
Jusmidah, ST., MT. : Dekan Fakultas Teknik Univ. Andi Djemma

Editor in Chief

Amiruddin Akbar Fisru, ST., MT : Universitas Andi Djemma

Managing Editor

Hisma Abduh, S.Kom, M.Cs : Universitas Andi Djemma
Dr. Windra Priatna Humang, ST., MT : Universitas Andi Djemma

Board of Editor

Ahmad Ali Hakam Dani, S.Si, M.T.I : Universitas Andi Djemma
Apriyanto, S.Pd., M.Sc : Universitas Andi Djemma
Dwiana Novianti Tufail, ST., MT : Institut Teknologi Kalimantan
Rani bastari Alkam, ST., MT : Universitas Muslim Indonesia
Gafar lakatupa, ST., M.Eng : Universitas Hasanuddin
Zulqadri Ansar, ST., MT : Institut Teknologi Sumatera
Dwinsani Pratiwi Astha, ST, MT : Universitas Tadulako
Feni Kurniati, S.Ars., MT : Institut Teknologi Bandung
Fitrawan Umar, ST., M.Sc : Universitas Muhammadiyah Makassar

Asistant Editor

Restu, S.Kom : Universitas Andi Djemma
Amiul Amruh A.M : Universitas Andi Djemma

Peer Reviewer

Dr. Rossy Armyn Machfudiyanto, ST, MT : Universitas Indonesia
Dasha Spasojevic, Ph.D : Monash University, Australia
Dr. Ringgy Masuin : Litbang Kementerian PUPR Republik Indonesia
Dr. Ihsan Latief : Universitas Hasanuddin
Dr. Nurul Wahjuningsih : Institut Teknologi Bandung
Dr. Imam Sonny : Litbang Kementerian Perhubungan Republik Indonesia
Dr. Johny Malisan : Litbang Kementerian Perhubungan Republik Indonesia
Dr. Windra Priatna Humang : Universitas Andi Djemma
Dr. Dadang Iskandar : Universitas Muhammadiyah Metro
Retantyo Wardoyo, Ph.D : Universitas Gadjah Mada

TABLE OF CONTENT

Konsep One River One Plan Dalam Penataan Kawasan DAS Binanga Lumbua Kabupaten Jeneponto Despry Nur Annisa Ahmad, Andi Idham Asman, Isma Pudji Rahayu Ishak	1-13
Serat Pelepah Sagu Sebagai Alternatif Pengganti Serat Sintesis Fiberglass Budiawan Sulaeman, Rakhmawati Natsir	14-23
Penilaian Kondisi Jalan Poros Sabbang Selatan Menggunakan Metode Surface Distress Index Dewi Artika Sari, Afdal Kisman	24-31
Pengaruh Metode Self Compacting Concrete (Scc) Terhadap Sifat Mekanis Beton Abdul Karim Hadi, Sudarman Supardi, Mukti Maruddin, A.Alal Azhari Yusuf, Rahmat Hidayat Samsuddin	32-38
Planning Concept of Lalebbata: Combining Heritage, Policy and Participation Liza Utami Marzaman, Zulham Hafid, Amiruddin Akbar Akbar Fis, Nurhijrah Nurhijrah	39-47

Konsep *One River One Plan* Dalam Penataan Kawasan DAS Binanga Lumbua Kabupaten Jeneponto

Despry Nur Annisa Ahmad¹, Andi Idham Asman², Ismah Pudji Rahayu Ishak³

¹Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Muhammadiyah Bulukumba

²Magister Perencanaan Wilayah dan Kota Institut Teknologi Bandung

³Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

E-mail: ¹desprynurannisa.ahmad@gmail.com, ²a.idhamasman@gmail.com, ³ismahpudjirahayuishak@gmail.com

Abstrak

Kata Kunci

DAS; Kekeringan; Banjir; Konsep Penataan DAS; Pembangunan Berkelanjutan.

Kritisnya DAS Binanga Lumbua berkontribusi pada penurunan pendapatan perkapita Kabupaten Jeneponto. Ini juga menjadi salah satu alasan mengapa Kabupaten Jeneponto menjadi satu-satunya wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan yang termasuk dalam kategori daerah tertinggal. Jika melihat kondisi fisik wilayah ini yang mempunyai topografi variatif dan tanah yang subur, semestinya wilayah ini memiliki nilai ekonomi yang potensial untuk pengembangan hutan, tanaman perkebunan, maupun pertanian tanaman pangan. Hasil penelitian sebelumnya adalah identifikasi kekeringan dengan menggunakan pendekatan hidrologis secara kualitatif dan kuantitatif. Kemudian, memberikan arahan pemanfaatan ruang yang berbasis pada upaya pencegahan bencana kekeringan. Sehingga dalam penelitian lanjutan ini, tujuan yang akan dicapai adalah merancang konsep *one river one plan* dalam penataan DAS Binanga Lumbua secara komprehensif untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Analisis yang digunakan adalah berupa analisis spasial dan deskriptif kualitatif. Hasil penelitian ini berupa pemetaan konsep penataan DAS yang berbentuk *site plan*.

Abstract

Keywords

Watershed; drought; flood; watershed management concept; sustainable development.

The criticality of the Binanga Lumbua watershed is that it contributes to the decline in the income per capita of Jeneponto Regency. This is also one of the reasons why Jeneponto Regency is the only area in South Sulawesi Province that is included in the category of underdeveloped areas. Looking at the physical condition of this area which has a varied topography and fertile soil, this area should have potential economic value for the development of forestry, plantation crops, and food crop agriculture. The results of previous research were the identification of drought using a hydrological approach both qualitatively and quantitatively. Then, provide directions for spatial use based on drought prevention efforts. So that in this follow-up research, the goal to be achieved is to design a 'one river one plan concept' in the comprehensive arrangement of the Binanga Lumbua watershed to realize sustainable development. The analysis used is in the form of qualitative descriptive and spatial analysis. The result of this research is a mapping of the watershed planning concept in the form of a site plan.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang memiliki potensi sumberdaya air yang melimpah. Tercatat bahwa negara ini memiliki 458 Daerah Aliran Sungai. Daerah Aliran Sungai atau yang sering disebut dengan singkatan DAS adalah suatu ekosistem sekaligus sistem hidrologi dimana seluruh air yang mengalir bermuara pada outlet yang tunggal (Wani SP dan Garg K, 2008). DAS merupakan suatu ekosistem berarti bahwa pembahasan DAS tidak sebatas tentang unit hidrologi yang ada tetapi juga harus membahas tentang aspek sosial, ekologi, ekonomi, dan kebijakan yang diberlakukan di DAS tersebut. Adapun DAS sebagai suatu kesatuan tata air, yakni berarti bahwa DAS terdiri dari tiga zona yakni zona hulu yang berfungsi untuk memproduksi/menangkap air hujan, zona tengah sebagai zona untuk menyimpan air, dan zona hilir untuk menyalurkan ke laut atau danau melalui satu sungai utama (Noordwijk et al, 2014). Fungsi dari keberadaan air yang ada di DAS ini selain untuk kebutuhan harian bagi seluruh makhluk hidup (Yen et al, 2014), juga dapat dijadikan sebagai pembangkit listrik tenaga air, seperti yang telah dilakukan di Negara China (Bach et.al., 2011) bahkan juga dapat dijadikan sebagai media transportasi (Fisu, 2016). Perubahan lahan di daerah aliran sungai (DAS) saat ini sangat berdampak pada banyaknya pengikisan/erosi di daerah hulu sampai ke hilir sungai (Eryani, 2014).

Begitu besarnya peran penting yang dimiliki oleh suatu kawasan DAS, maka dapat dikatakan bahwa kawasan ini merupakan kawasan vital yang tidak boleh disepelekan dalam merencanakan ataupun mengembangkan suatu wilayah (Halim, 2014). Hal tersebut karena lingkungan DAS yang baik akan memberi kehidupan yang baik bagi para penghuni yang mendiaminya, dan hal sebaliknya terjadi jika lingkungan DAS tersebut tidak baik atau kritis (Amin, Sarino & Sari, 2015).

Problematika inilah yang kemudian ditemukan pada salah satu kawasan DAS di Indonesia, tepatnya di Kabupaten Jeneponto Provinsi Sulawesi Selatan. DAS tersebut adalah DAS Binanga Lumbua. Saat ini, DAS Binanga Lumbua terindikasi menjadi DAS kritis (Ahmad dkk, 2016). Luas DAS adalah 13.058 Ha dan melintasi 3 kecamatan di Kabupaten Jeneponto, yaitu Kecamatan Bangkala, Bangkala Barat, dan Bonto Ramba. Seluas 12.181 Ha, Kawasan DAS ini berada di Kecamatan Bangkala dan selebihnya 87 Ha berada di Kecamatan Bangkala Barat dan Bontoramba. Besarnya cakupan wilayah DAS yang melintasi Kecamatan Bangkala ini, menjadikan kekritisannya yang terjadi sangat berpengaruh pada pendapatan perkapita masyarakat setempat.

Penurunan pendapatan perkapita di wilayah tersebut juga berkontribusi pada penurunan pendapatan perkapita skala kabupaten karena wilayah ini dalam Peraturan Daerah Kabupaten Jeneponto Nomor 1 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Tahun 2011-2031 memiliki hirarki sebagai Pusat Kegiatan Wilayah (PKW). Suatu lokasi yang memiliki hirarki sebagai PKW, memiliki fungsi sebagai pusat kegiatan industri dan jasa dan menjadi lokasi simpul kegiatan ekspor-impor. Namun pada kondisi yang ada sekarang ini, Kecamatan Bangkala yang di justifikasi sebagai lokasi PKW mengalami permasalahan krisis. Tentunya hal ini akan berdampak langsung pada konstelasi perekonomian kabupaten. Hal inilah yang kemudian juga menjadi salah satu alasan mengapa Kabupaten Jeneponto menjadi satu-satunya wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan yang termasuk dalam kategori daerah tertinggal berdasarkan Keputusan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 131 Tahun 2015 tentang Penetapan Daerah Tertinggal Tahun 2015-2019.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Jeneponto Tahun 2015, tercatat bahwa rumah tangga miskin di wilayah ini berjumlah 8.289 KK atau 71,60% dari total keseluruhan. Ketika mencocokkan data dengan melihat kondisi lapangan, rumah tangga penduduk miskin berada di wilayah DAS bagian tengah dengan mata pencaharian yang paling dominan adalah sebagai petani.

Jika melihat kondisi fisik wilayah ini yang mempunyai topografi variatif dan tanah yang subur, semestinya wilayah ini memiliki nilai ekonomi yang potensial untuk pengembangan hutan, tanaman perkebunan, maupun pertanian tanaman pangan. Selain itu, wilayah ini juga Namun dalam kenyataannya, hal tersebut tidak terjadi karena wilayah ini sering mengalami kekeringan panjang pada musim kemarau dan bencana banjir pada musim hujan.

Selain bencana banjir dan kekeringan yang terjadi di wilayah ini, terdapat juga potensi bencana longsor yang akan terjadi pada penelitian ini. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian yang berjudul *Konsep One River One Plan* dalam penataan DAS Binanga Lumbua agar dapat mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan dengan melakukan perencanaan penggunaan lahan secara komprehensif di Kawasan DAS Binanga Lumbua dengan berbasis pada kompilasi data permasalahan potensi bencana alam berdasarkan ketersediaan data yang diperoleh kawasan DAS ini.

Tujuan Penulisan berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penulisan penelitian ini adalah sebagai menganalisis dan memvisualisasikan konsep *one river one plan* dalam penataan DAS Binanga Lumbua Kabupaten Jeneponto.

Adapun sasaran dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

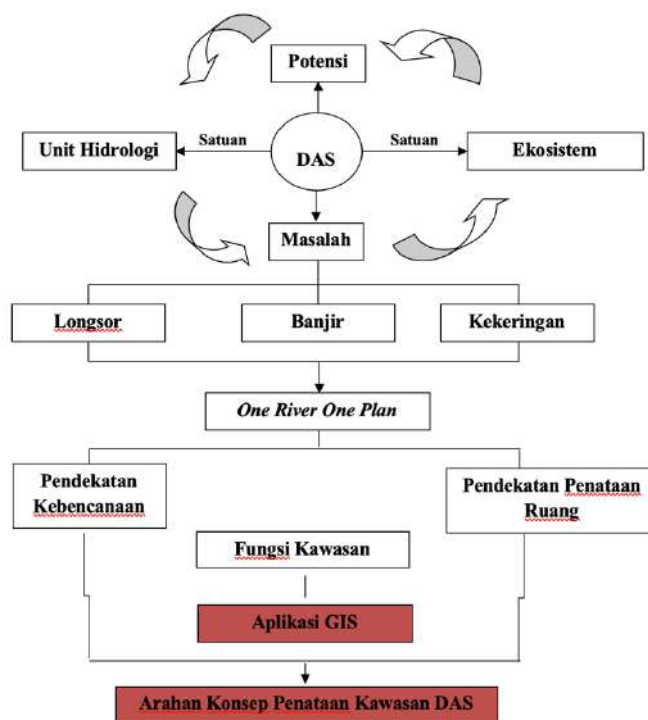
a) Sasaran Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan tambahan pada saat proses revisi RTRW Kabupaten Jeneponto dilaksanakan. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bahan masukan tambahan pada program pengelolaan DAS yang dilaksanakan oleh Dinas Kehutanan Kabupaten Jeneponto serta bisa menjadi langkah awal agar Kabupaten Jeneponto tidak lagi menduduki posisi sebagai wilayah tertinggal pada penilaian perpes berikutnya.

b) Sasaran Teoritik

Konsep *One River One Plan* ini merupakan pengembangan dari teori *Integrated River Basin Management* (IRBM) yang dilakukan oleh tim peneliti.

Kerangka Berpikir



Gambar 1. Kerangka Berpikir
Sumber: Hasil Olah Pustaka

2. KOMPILASI DATA

A. Metode Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah dengan cara observasi/survey lapangan, wawancara, dan studi kepustakaan. Adapun metode analisis untuk kepentingan pengolahan data yang digunakan adalah berupa deskriptif kualitatif dan analisis spasial.

1. Analisis Deskriptif Kualitatif

Analisis deskriptif kualitatif adalah analisis yang dilakukan dengan mendeskripsikan kondisi atau keadaan yang terjadi di lapangan, dimana data dan informasi tersebut tidak dapat dianalisa secara kuantitatif, sehingga memerlukan penjelasan melalui pembahasan.

2. Analisis Spasial

Analisis spasial adalah metode analisis yang dilakukan dengan melakukan analisis berbasis pada data-data spasial yang tersedia. Teknik yang digunakan dalam analisis penelitian ini adalah teknik *overlay*, yaitu penggabungan berbagai peta individu (memiliki informasi/database yang spesifik). Teknik *overlay* digunakan untuk menentukan potensi keberadaan air tanah dalam cakupan tinjauan kekeringan DAS secara kualitatif di DAS Binanga Lumbua dengan menggunakan parameter hidrogeomorfologi dan hal ini telah dilakukan pada penelitian sebelumnya, kemudian selanjutnya pada penelitian ini melakukan penentuan zona rawan longsor, menentukan zona rawan banjir, dan menentukan arahan pemanfaatan ruang DAS berdasarkan parameter fungsi kawasan yang telah ditetapkan. Selengkapanya untuk masing-masing skoring dari nilai masing-masing parameter dapat dilihat pada uraian berikut.

a. Parameter penilaian keberadaan potensi air tanah

Parameter penilaian yang digunakan untuk mengetahui keberadaan potensi keberadaan air tanah di Kawasan DAS Binanga Lumbua adalah berupa kemiringan lereng, klasifikasi intensitas hujan, kelas penutup lahan, tekstur tanah, permeabilitas tanah, infiltrasi tanah, dan batuan penyusun akuifer. Adapun rincian penilaiannya dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 7 berikut

Tabel 1. Kelas dan Kriteria Kemiringan Lereng

No.	Kelas	Kemiringan Lereng (°)	Harkat
1	Agak curam	>30	1
2	Miring	15-30	2

No.	Kelas	Kemiringan Lereng (°)	Harkat
3	Agak miring	8-15	3
4	Landau	3-8	4
5	Datar	0-3	5

Sumber: Arsyad, 1989

Tabel 2. Klasifikasi Intensitas Hujan

No.	Kelas	Intensitas Hujan Harian Rata-rata (mm/hari)	Harkat
1	Sangat rendah	<13,6	1
2	Rendah	13,6-20,7	2
3	Sedang	20,7-27,7	3
4	Tinggi	27,7-34,8	4
5	Sangat tinggi	>34,8	5

Sumber: Arsyad, 1989

Tabel 3. Klasifikasi Penutup Lahan

Kondisi Penutup Lahan	Tingkat Kerapatan	Harkat
Penutup vegetasi tidak efektif (5% luas daerah bervegetasi baik)	Sangat Jarang	1
Penutup vegetasi rendah (10% luas daerah bervegetasi baik)	Jarang	2
Penutup vegetasi sedang (15% luas daerah bervegetasi baik)	Sedang	3
Penutup vegetasi tinggi (20% luas daerah bervegetasi baik)	Lebat	4
Penutup vegetasi sangat tinggi (25% luas daerah bervegetasi baik)	Sangat Lebat	5

Sumber: Arsyad, 1989

Tabel 4. Kelas dan Kriteria Tekstur Tanah

No.	Kelas	Kelas Tekstur Tanah	Harkat
1	Jelek	Lempung bergeluh, lempung berpasir halus, geluh berlempung	1
2	Sangat Jelek	Lempung, lempung berdebu	2
3	Sedang	Debu, geluh, geluh berdebu, geluh lempung berdebu, geluh lempung berpasir, lempung berpasir	3
4	Baik	Geluh berpasir, geluh pasir berlempung, geluh pasir berdebu	4
5	Sangat Baik	Pasir berlempung, pasir berdebu, pasir bergeluh, pasir	5

Sumber: Arsyad, 1989

Tabel 5. Kelas Permeabilitas Tanah

No.	Kelas	Kecepatan (cm/jam)	Harkat
1	Sangat Lambat	<0,5	1
2	Lambat	0,5-2,0	2
3	Lambat sampai Sedang	2,0-6,25	3
4	Sedang	6,25-12,5	4
5	Sangat sampai cepat	>12,5	5

Sumber: Arsyad, 1989

Tabel 6. Kelas Infiltrasi

Tekstur Tanah	Tingkat Infiltrasi	Kelas Metode Cook	Harkat
---------------	--------------------	-------------------	--------

Tekstur Tanah	Tingkat Infiltrasi	Kelas Metode Cook	Harkat
Batuan dengan lapisan tanah tipis	Tidak efektif	Tidak ada penutup tanah efektif, batuan padatan tipis	1
Lempung bergeluh, lempung berpasir halus, geluh berlempung, lempung berdebu, lempung	Lambat	Infiltrasi lambat, tanah lempung	2
Debu, geluh, geluh berdebu, geluh lempung berdebu, geluh lempung berpasir, lempung berpasir	Normal	Tanah geluh, tanah bertekstur liat	3
Geluh berpasir, geluh pasir berdebu, geluh, geluh pasir berlempung	Agak tinggi	Pasir, tanah terintegrasi baik	4
Pasir berlempung, pasir berdebu, pasir bergeluh, pasir	Tinggi	Pasir dalam, tanah terintegrasi baik	5

Sumber: Arsyad, 1989

Tabel 7. Klasifikasi Batuan Penyusun Akuifer

No.	Kelas	Batuan	Sy	Harkat
1	Sangat Jelek	Lempung	3-7,46	1
2	Jelek	Lanau, batu lanau	7,47-12,6	2
3	Sedang	Batugamping	12,61-17,73	3
4	Baik	Tuff, Batupasir halus	17,74-22,86	4
5	Sangat Baik	Kerakal kasar, kerakal, kerikil, pasir kasar, pasir sedang, pasir halus, dan batupasir sedang	22,87-28	5

Sumber: Arsyad, 1989

b. Parameter penilaian potensi bencana longsor

Parameter penilaian yang digunakan untuk mengetahui keberadaan potensi bencana tanah longsor di Kawasan DAS Binanga Lumbua adalah berupa kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, jenis batuan, dan penggunaan lahan. Rincian penilaiannya dapat dilihat pada Tabel 8 sampai Tabel 12 berikut ini.

Tabel 8. Skor Kemiringan Lereng

No.	Kemiringan Lereng	Harkat	Bobot Indikator	Skor
1.	Kemiringan lereng 41 - 60%	6	5	30
2.	Kemiringan lereng 26 - 40%	5		25
3.	Kemiringan lereng 16 - 25%	4		20
4.	Kemiringan lereng 9 - 15%	3		15
5.	Kemiringan lereng 2 - 8 %	2		10
6.	Kemiringan lereng < 2%	1		5

Sumber: Permen PU No. 22 Tahun 2007 dengan modifikasi penulis

Tabel 9. Skor Curah Hujan

No.	Curah Hujan	Harkat	Bobot Indikator	Skor
1.	Curah Hujan Tahunan 3000 – 3500 mm	4	4	16
2.	Curah Hujan Tahunan 2500 – 3000 mm	3		12
3.	Curah Hujan Tahunan 2000 – 2500 mm	2		8
4.	Curah Hujan Tahunan 1000 – 2000 mm	1		4

Sumber: Permen PU No. 22 Tahun 2007 dengan modifikasi penulis

Tabel 10. Skor Jenis Tanah

No.	Tanah	Harkat	Bobot Indikator	Skor
1.	Podsolik, Andosol	4	3	12
2.	Grumosol, Brown Forest, Mediteran	3		9
3.	Latosol	2		6
4.	Aluvial	1		3

Sumber: Permen PU No. 22 Tahun 2007 dengan modifikasi penulis

Tabel 11. Skor Batuan

No.	Batuan	Harkat	Bobot Indikator	Skor
1.	Batu Sedimen: Batu Pasir, Tuf Batuan Lempung, Tuf Batu Pasir, Batu Gamping	3	4	12
2.	Batuan Malihan: Marmer Gamping	2		8
3.	Batuan Beku: Basalt, Andesit	1		4

Sumber: Permen PU No. 22 Tahun 2007 dengan modifikasi penulis

Tabel 12. Skor Penggunaan Lahan

No.	Penggunaan Lahan	Harkat	Bobot Indikator	Skor
1.	Tanah Terbuka	6	5	30
2.	Perkebunan Lahan Kering	5		25
3.	Perkebunan Lahan Kering dan Semak	4		20
4.	Semak Belukar	3		15
5.	Hutan Sekunder	2		10
6.	Hutan Rapat	1		5
7.	Tubuh Air	0		0

Sumber: Permen PU No. 22 Tahun 2007 dengan modifikasi penulis

c. Parameter penilaian potensi bencana banjir

Parameter penilaian yang digunakan untuk mengetahui keberadaan potensi bencana banjir di Kawasan DAS Binanga Lumbua adalah berupa kemiringan lereng, curah hujan, infiltrasi tanah, dan penggunaan lahan. Rincian penilaiannya dapat dilihat pada Tabel 13 sampai Tabel 16 berikut ini.

Tabel 13. Klafikasi Kemiringan Lereng

No.	Kemiringan Lereng (%)	Kelas Kelerengan	Harkat	Bobot	Skor
1.	Datar dan sedikit landai	0-8%	5	3	15
2.	Bergelombang sampai Berbukit	9-15%	4		12

3.	Berbukit	16-25%	3		9
4.	Berbukit sampai Bergunung	26-40%	2		6
5.	Bergunung	>40%	1		3

Sumber : Gunawan (1991) dan suprojo dalam Eko Kustiyanto (2004), dengan modifikasi penulis

Tabel 14. Intensitas Curah Hujan

No.	Rata-rata Curah Hujan Bulanan	Harkat	Bobot	Skor
1.	> 3000 mm/th	5	3	15
2.	2501 - 3000 mm/th	4		12
3.	2001 - 2500 mm/th	3		9
4.	1501 - 2000 mm/th	2		6
5.	< 1500 mm/th	1		3

Sumber : Kriteria & Standar Teknik Kementerian PU, dengan modifikasi penulis

Tabel 15. Klasifikasi Infiltrasi Tanah

No.	Tekstur	Jenis	Harkat	Bobot	Skor
1.	Halus	Grumusol	5	2	10
2.	Agak Halus	Litosil, Mediteran	4		8
3.	Sedang	Latosol	3		6
4.	Agak Kasar	Andosol, Alluvial	2		4
5.	Kasar	Regosol	1		2

Sumber : Gunawan (1991) dan suprojo dalam Eko Kustiyanto (2004), dengan modifikasi penulis

Tabel 16. Klasifikasi Penggunaan Lahan

No.	Penggunaan Lahan	Harkat	Bobot	Skor
1.	Permukiman, Sungai	5	2	10
2.	Sawah, Tambak, Danau, Rawa	4		8
3.	Hutan Mangrove	3		6
4.	Kebun Campuran, Ladang, Tegalan	2		4
5.	Hutan, Padang Rumput, Semak Belukar	1		2

Sumber : Meijerink (1970) dalam Eko Kustiyanto (2004), dengan modifikasi penulis

Tabel 17. Pembagian Kelas Tingkat Kerawanan Banjir

No	Tingkat Kerentanan	Skor Nilai
1	Sangat Rentan	> 39
2	Rentan	37-39
3	Agak Rentan (Sedang)	34-36
4	Kurang Rentan	31-33
5	Tidak Rentan	<31

Sumber: Hasil Perhitungan

d. Parameter Penilaian Penetapan Fungsi Kawasan

Parameter penilaian yang digunakan untuk menentukan fungsi kawasan di Kawasan DAS Binanga Lumbua adalah berupa kemiringan lereng, jenis tanah, intensitas curah, sempadan sungai, dan sempadan mata air. Adapun rincian penilaiannya dapat dilihat pada Tabel 18 sampai Tabel 22 sebagai berikut.

Tabel 18. Harkat Kemiringan Lereng

Kelas	Kemiringan Lereng (%)	Keterangan	Skor
1	0-8	Datar	20
2	8-15	Landai	40
3	15-25	Agak Curam	60
4	25-45	Curam	80
5	>45	Sangat Curam	100

Sumber: Departemen Kimpraswil (2007)

Tabel 19. Harkat Jenis Tanah

Kelas	Jenis Tanah	Keterangan	Bobot
1	Aluvial, tanah glei, planosol, hidromorf kelabu, laterik tanah	Tidak peka	15
2	Latosol	Agak peka	30
3	Brown forest soil, non-calcic brown, mediteran	Peka	45
4	Andosol, laterit, grumosol podsol, podsolic	Kurang peka	60
5	Regosol, litosol, organosol, renzina	Sangat peka	75

Sumber: Departemen Kimpraswil (2007)

Tabel 20. Harkat Intensitas Curah Hujan

Kelas	Curah Hujan (mm/hari)	Keterangan	Bobot
1	<13,60	Sangat rendah	10
2	13,61-20,70	Rendah	20
3	20,71-27,70	Sedang	30
4	27,71-34,80	Tinggi	40
5	>34,80	Sangat tinggi	50

Sumber: Departemen Kimpraswil (2007)

Tabel 21. Harkat Sempadan Sungai

Kelas	Sempadan Sungai (m)	Keterangan	Bobot
1	15	Pemukiman	175
2	50	Sangat kecil	175
3	100	Sangat besar	175

Sumber: Departemen Kimpraswil (2007)

Tabel 22. Harkat Sempadan Mata Air

Kelas	Sempadan Mata Air (m)	Keterangan	Bobot
1	15	Pemukiman	175
2	200	Non Pemukiman	175

Sumber: Departemen Kimpraswil (2007)

3. PEMBAHASAN

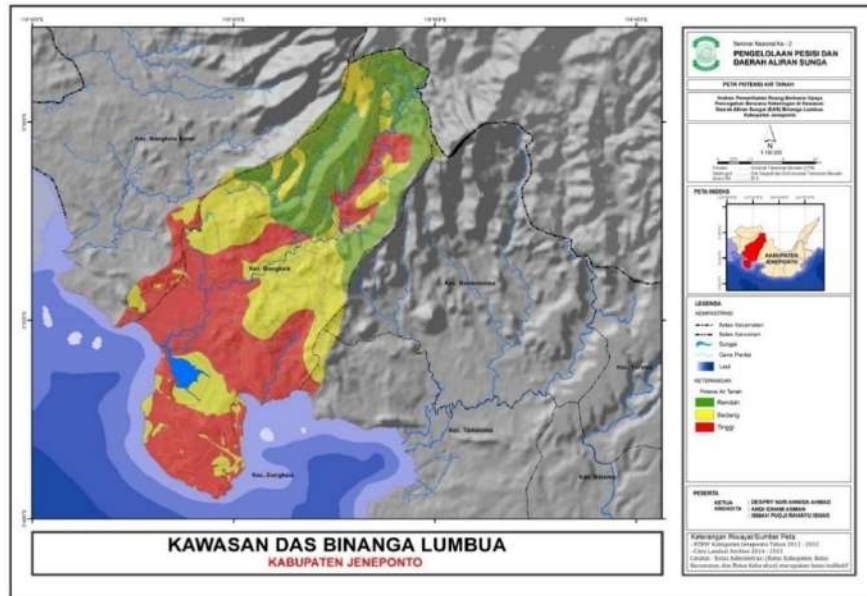
DAS Binanga Lumbua memiliki luas wilayah secara keseluruhan 13.058 Ha. DAS Binanga Lumbua ini melintasi 3 kecamatan, yaitu Kecamatan Bangkala Barat, Kecamatan Bontoramba, dan Kecamatan Bangkala. Namun, sebagian besar wilayah DASnya berada di Kecamatan Bangkala yaitu 12.181 Ha dan selebihnya 87 Ha berada di Kecamatan Bangkala Barat dan Bontoramba. Karena sebagian besar wilayah ini berada pada Kecamatan Bangkala, maka untuk arahan *spasial plan* dari kebijakan pemerintah difokuskan pada kedudukan Kecamatan Bangkala ini dalam konstelasi wilayah di Kabupaten Jeneponto. Terkait kondisi iklim, DAS Binanga Lumbua termasuk daerah beriklim tropis dengan suhu rata-rata diatas 26°C. Curah hujan terendah 1.049 mm/tahun dan tertinggi 3.973 mm/tahun. Jenis tanahnya terdapat empat macam yaitu mediteran, grumosol, aluvial, dan laterit. Jenis lahan eksisting yang paling dominan di kawasan ini adalah berupa lahan tegalan dengan luas 2.853 Ha dan tutupan lahan yang paling sedikit adalah berupa tambak dengan luas lahan 233 Ha. Selengkapnya tentang tutupan lahan di DAS Binanga Lumbua dapat dilihat pada Tabel 12 berikut.

Tabel 23. Tutupan Lahan

Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Pesentase (%)
Hutan	178	1,36
Hutan Bakau	165	1,26
Kebun / Perkebunan	2.246	17,20
Lahan Terbangun/Permukiman	1.274	9,76
Sawah Irigasi	1.461	11,19
Sawah Tadah Hujan	1.742	13,34
Semak Belukar/Alang Alang	2.249	17,22
Sungai	657	5,03
Tambak	233	1,78
Tegalan	2.853	21,85
Jumlah	13.058	100

Sumber: Perhitungan GIS Tahun 2016

Berangkat dari keresahan yang terjadi akibat bencana kekeringan dan bencana banjir yang terjadi di lokasi ini, maka dilakukanlah penelitian awal sebelumnya untuk mengidentifikasi kekeringan dengan tinjauan hidrologis. Identifikasi kekeringan secara kualitatif dilakukan dengan teknik *overlay* dengan parameter yang telah disebutkan pada pembahasan sebelumnya. Metode kualitatif ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air tanah berdasarkan faktor fisik lahan dengan parameter hidrogeomorfologi yang dimiliki oleh Kawasan DAS Binanga Lumbua. Hasil analisis *overlay* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



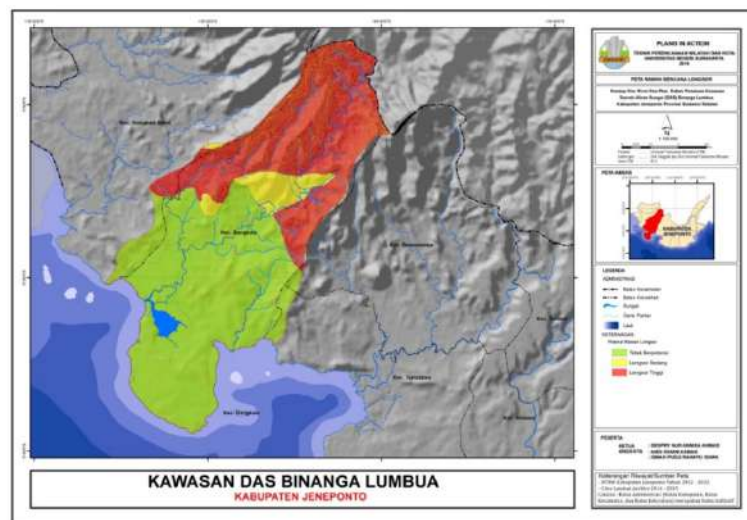
Gambar 2. Peta Potensi Air Tanah
 Sumber: Ahmad.,dkk, 2016

Berdasarkan peta potensi air tanah diatas, dapat diketahui bahwa kawasan hilir dan tengah DAS memiliki tingkat ketersediaan air tanah sedang hingga tinggi. Namun, berbeda halnya yang terjadi pada hulu DAS. Pada hulu DAS, tingkat ketersediaan air tanahnya rendah.

Setelah mengetahui tentang potensi air tanah di lokasi penelitian, maka hal lanjutan yang dilakukan adalah menentukan zona rawan bencana lainnya. Berdasarkan ketersediaan data dilapangan, maka bencana lainnya yang dimaksud adalah bencana longsor dan bencana banjir.

1. Hasil Analisis Pemetaan Bencana Lonsor

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, wilayah DAS yang memiliki potensi bencana longsor yang tinggi adalah wilayah bagian hulu. Kemudian untuk wilayah potensi bencana longsor yang rendah berada pada wilayah DAS bagian tengah hingga ke hilir. Adapun untuk potensi bencana longsor yang sedang, terdapat pada batas antara kawasan DAS hulu dan DAS tengah. Adanya pendeteksian bencana longsor yang akan terjadi di lokasi ini, maka tentu hal ini menjadi sangat perlu untuk dijadikan sebagai dasar pertimbangan sebelum menentukan kebijakan pengelolaan DAS Binanga Lumbua untuk lebih prioritas memperhatikan ekosistem DAS bagian hulu untuk menjaga stabilitas penyaluran air hingga ke hilir.

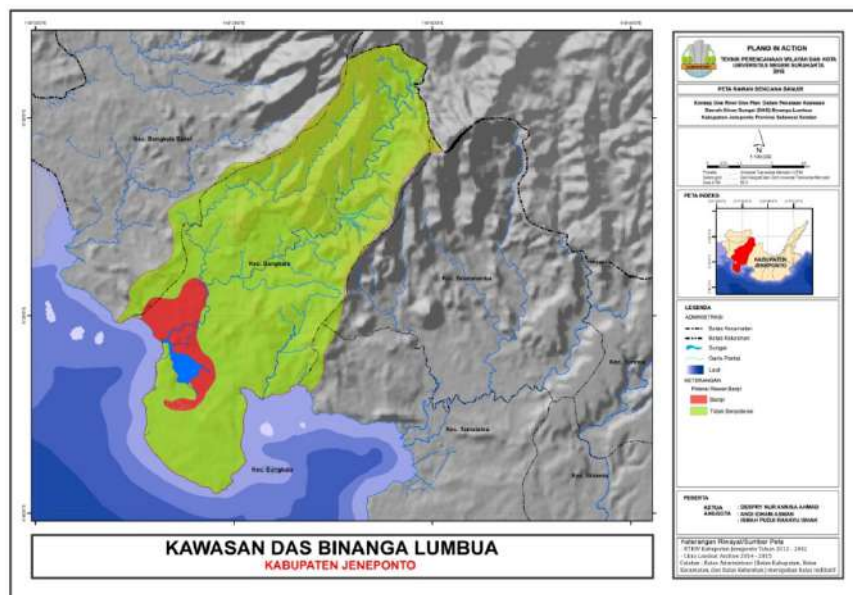


Gambar 3. Peta Potensi Bencana Longsor

2. Hasil Analisis Pemetaan Bencana Banjir

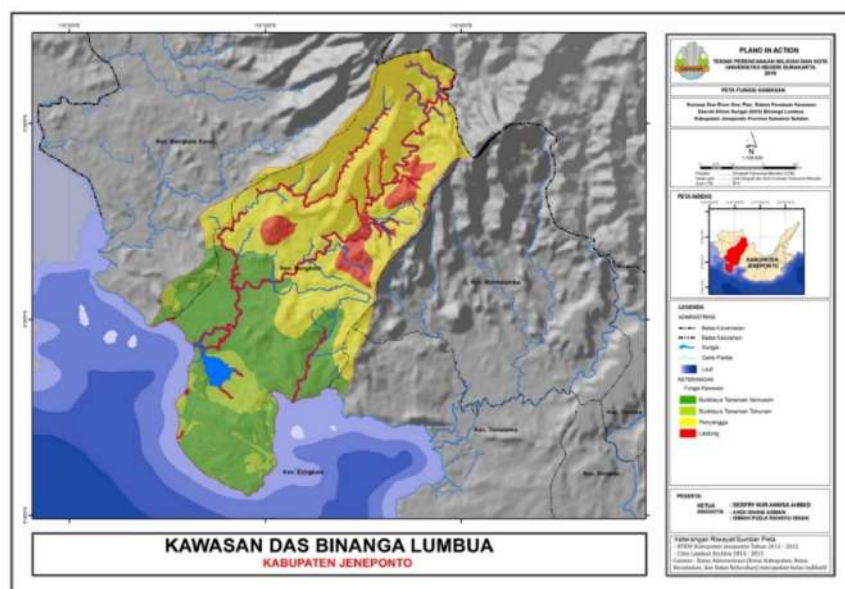
Berdasarkan hasil analisis spasial yang dilakukan, wilayah DAS yang memiliki potensi bencana banjir yang tinggi, yakni berada pada bagian Hilir DAS, tepat pada muara sungai utama berada. Hasil analisis spasial ini sejalan dengan kondisi data kejadian bencana banjir yang pernah terjadi pada tahun 2014 sebelumnya di titik lokasi tersebut.

Berdasarkan ketiga data hasil analisis spasial dari potensi bencana yang telah dilakukan, maka dilakukan analisis fungsi kawasan untuk menentukan arahan pemanfaatan ruang yang harus dilakukan pada kawasan DAS Binanga Lumbua. Hasil analisis fungsi kawasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 4. Peta Potensi Bencana Banjir

Berdasarkan hasil *overlay* yang dilakukan pada seluruh parameter arahan fungsi kawasan di DAS Binanga Lumbua, dapat diketahui bahwa arahan pemanfaatan lahan yang paling dominan untuk kemudian di implementasikan di Kawasan DAS Binanga Lumbua adalah berupa kawasan penyangga.



Gambar 5. Peta Fungsi Kawasan

Kawasan fungsi penyangga adalah suatu wilayah yang berungsi sebagai pelindung dan sebagai budidaya. Letaknya diantara kawasan lindung dan kawasan budidaya seperti hutan produksi terbatas, perkebunan tanaman keras, perkebunan campuran dan lain-lainnya yang sejenis. Pada kawasan ini tidak dibolehkan mengeksploitasi besar-besaran vegetasi-vegetasi yang ada sehingga dibutuhkan upaya pengawasan dalam tahap implementasinya. Kemudian untuk arahan pemanfaatan kawasan lindung diarahkan pada puncak-puncak bukit dan sempadan sungai. Kawasan fungsi lindung ini merupakan kawasan yang sifat fisiknya mempunyai fungsi lindung untuk kelestarian sumberdaya alam, flora dan fauna seperti hutan lindung, hutan suaka, hutan wisata, daerah sekitar sumber mata air dan alur sungai, serta kawasan lindung lainnya. Sedangkan untuk arahan budidaya kawasan budidaya tanaman tahunan dan budidaya tanaman semusim diarahkan pada bagian hilir DAS. Luas masing-masing pemanfaatan ruang berdasarkan fungsi kawasan dapat dilihat pada Tabel 13 berikut.

Tabel 24. Arahan Pemanfaatan Ruang di DAS Binanga Lumbua

No	Fungsi Kawasan	Luas Wilayah	Persentase
1	Kawasan Lindung	601	5
2	Kawasan Penyangga	7039	54
3	Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan	4846	37
4	Kawasan Budidaya Tanaman Semusim	572	4
Jumlah		13058	100

Sumber: Hasil Analisis Tahun 2016

Berdasarkan tabel 24, dapat diketahui bahwa arahan pemanfaatan ruang di kawasan DAS Binanga Lumbua berdasarkan hasil analisis kesesuaian lahan terbagi dalam 4 fungsi kawasan, yaitu kawasan budidaya tanaman tahunan seluas 4846 Ha atau 37% dari luas keseluruhan DAS. Kawasan budidaya tanaman semusim sebesar 4% dari luas total atau seluas 572 Ha. Kawasan lindung memiliki luasan terendah, yaitu 601 Ha atau 5% saja dari luas total kawasan. Fungsi kawasan penyangga memiliki luas wilayah terbesar yaitu 7039 Ha atau 54% dari luas total DAS Binanga Lumbua.

Mengacu pada hasil analisis fungsi kawasan, maka analisis selanjutnya dilanjutkan lagi dengan melakukan pendetilan skala fungsi kegiatan. Selain mengacu pada analisis fungsi kawasan, alokasi fungsi kegiatan ini dilakukan berdasarkan arahan pemanfaatan ruang dari RTRW Kabupaten Jeneponto 2011-2031. Peta inilah yang kemudian dinamakan peta konsep penerapan *one river one plan* karena proses pembuatannya juga dilakukan dengan menyertakan potensi bencana, peta fungsi kawasan, dan peta rencana pola pemanfaatan ruang RTRW Kabupaten Jeneponto Tahun 2011-2031. Sajian peta arahan konsep *one river one plan* ini dapat dilihat pada Gambar 14 di halaman 24 berikut.

Konsep *one river one plan* ini merupakan suatu konsep komprehensif yang dapat digunakan untuk menerapkan satu rencana untuk satu satuan wilayah sungai. Dikatakan komprehensif karena dibuat berdasarkan masalah, fungsi kawasan dan disesuaikan dengan dokumen perencanaan kabupaten (RTRW). Khusus pada penelitian ini, permasalahan DAS difokuskan pada permasalahan bencana. Bencana tersebut adalah kekeringan, banjir, dan longsor.

4. PENUTUP

Kesimpulan berdasarkan uraian pembahasan pada bab sebelumnya, maka kesimpulan dalam paper ini adalah konsep *one river one plan* merupakan suatu konsep komprehensif yang dapat digunakan untuk menerapkan satu rencana untuk satu satuan wilayah sungai. Perencanaannya dibuat berdasarkan permasalahan yang terjadi, analisis fungsi kawasan dan penyesuaian dengan dokumen perencanaan kabupaten (RTRW).

Saran yang dapat diberikan adalah diperlukannya koordinasi yang baik antara pemerintah, swasta, dan masyarakat dalam mewujudkan perencanaan dan pengelolaan daerah aliran sungai yang berkelanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M., Sarino, S., & Sari, N. K. (2015). Visualisasi Potensi Genangan Banjir di Sungai Lambidaro Melalui Penelusuran Aliran Menggunakan HEC-RAS Studi Pendahuluan Pengendalian Banjir Berwawasan Lingkungan. Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press
- Bach, Hanne., Clausen, Torkil. Trang, Dang Thuy., Lucy Emerton., Facon, Thierry., Hofer, Thomas., Lazarus, Kate., Muzial, Christoph., Noble, Andrew., Schill, Petra., Sisouvanh., Wensley, Christopher., dan Whiting, Louise. 2011. *From Local Watershed Management to Integrated River Basin Management at National and Transboundary Levels*. Mekong River Commission: Vientiane, Laos.
- Eryani, P. (2014). Potensi Air dan Metode Pengelolaan Sumber Daya Air di Daerah Aliran Sungai Sowan Perancak Kabupaten Jembrana. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 3(1), 32-41.
- Fisu, A. A. (2016). Potensi Demand Terhadap pengembangan Kanal Jongaya & Panampu Sebagai Moda Transportasi (Waterway) di Kota Makassar. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 3(3), 285-298.
- Halim, F. (2014). Pengaruh hubungan tata guna lahan dengan debit banjir pada Daerah Aliran Sungai Malalayang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(1)
- Turu, M. (2016). Analisa Keseimbangan Air pada Daerah Irigasi Salobunne Kabupaten Soppeng. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik*, 1(1), 13-18.
- Van Noordwijk, M., Agus, F., Suprayogo, D., Hairiah, K., Pasya, G., Verbist, B., & Farida, A. (2014). Peranan agroforestri dalam mempertahankan fungsi hidrologi daerah aliran sungai (DAS). *Jurnal AGRIVITA*, (26), 1.
- Wani, Suhas P dan Garg Kaushal K. 2008. *Watershed Management Concept and Principles*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) Patancheru: India
- Yen, H., Bailey, R. T., Arabi, M., Ahmadi, M., White, M. J., & Arnold, J. G. (2014). The role of interior watershed processes in improving parameter estimation and performance of watershed models. *Journal of Environmental Quality*, 43(5), 1601-1613.

Serat Pelepah Sagu Sebagai Alternatif Pengganti Serat Sintesis Fiberglass

Budiawan Sulaeman¹, Rakhmawati Natsir²

¹Dosen Program Studi Teknik Informatika, Universitas Andi Djemma, Palopo

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Andi Djemma, Palopo

E-mail: ¹budiawan.unanda@yahoo.com, ²wathi07@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh ukuran besar diameter serat pelepah sagu terhadap sifat mekanik kekuatan tarik, menganalisis sifat mekanik tarik material komposit yang diperkuat serat pelepah sagu. Berdasarkan hasil penelitian; (1). Larutan NaOH berpengaruh terhadap kuat Tarik specimen, hal ini ditunjukkan pada 2,5% (NaOH terhadap H₂O). Nilai kekuatan tariknya 49,486 N/mm². (2). Serat pelepah sagu kuat tariknya jauh dibawah serat gelas. (48,435 N/mm² < 323 N/mm²). Hal ini disebabkan rongga yang terdapat di serat sintesis lebih rapat dibanding serat alami. (3). Berdasarkan variabel yang diteliti, kekuatan tarik (F^u) dengan nilai tertinggi terjadi pada komposit (volume 85% matriks : 15% serat) yaitu sebesar 3,12 beban 11824 N. (4). Kekuatan tarik mengalami kenaikan terhadap peningkatan komposisi volume serat. (5). Spesimen uji yang mengalami regangan dan patah pada titik *load* yaitu pada komposisi volume 85% matriks : 15% serat sebesar 3,12 MPa dengan regangan sebesar 8% dan modulus young yang terjadi sebesar 38,615 MPa.

Kata Kunci

Komposit; Serat; Pelepah; Tungkai daun; Sagu.

Abstract

The purpose of this study was to analyze the effect of the size of the sago frond fiber diameter on the mechanical properties of the tensile strength, to analyze the tensile mechanical properties of the composite material reinforced by sago frond fibers. Based on research results; (1) NaOH solution affects the tensile strength of the specimen. This is shown at 2.5% (NaOH to H₂O), the tensile strength value is 49.486 N/mm². (2) Sago frond fiber has a tensile strength far below the glass fiber (48,435 N/mm² < 323 N/mm²). This is because the cavities in synthetic fibers are denser than natural fibers. (3) Based on the variables studied, the tensile strength (F^u) with the highest value occurs in the composite (85% matrix volume: 15% fiber), which is 3.12 load 11824 N. (4) Tensile strength increases with the increase in fiber volume composition. (5) The test specimens that experienced a strain and fracture at the load point, namely the composition of volume 85% matrix: 15% fiber was 3.12 MPa with a strain of 8% and the modulus young that occurred was 38.615 MPa.

Keywords:

Composite, Fiber; Frond; Leaves, Sago;

1. PENDAHULUAN

Material komposit adalah material multi fasa yang diperoleh melalui kombinasi dari dua material atau lebih yang memiliki karakteristik sifat yang berbeda, digabungkan untuk mencapai sifat karakteristik yang lebih baik yang tidak dimiliki material penyusunnya. Material komposit tersusun atas dua unsur utama yaitu matriks (bahan pengisi) dan filler (bahan pengisi) (Auwal et al, 2020). Bahan pengisi dapat berbentuk serat, partikel, serbuk, dan lain-lain (Chung, 2010). Disamping itu serat alam juga lebih gampang diperoleh, karena berasal dari makhluk hidup seperti hewan dan tumbuhan, yang bersifat dapat terbaruhkan, dapat diolah secara alami, ramah terhadap lingkungan, serta mempunyai kekakuan yang lebih tinggi dan tidak menyebabkan iritasi pada kulit (Auwal, 2019). Serat alam yang sering digunakan dan memiliki selulosa antara lain serat kelapa, serat kenaf, serat empulur sagu, serat tebu, serat rami, serat nenas, dan lain- lain (Yudha, 2014)

Kebanyakan potensi luasan tumbuhan sagu nasional terdapat di wilayah Indonesia Timur. Sagu (*Metroxylon spp*) sebagai salah satu tumbuhan palem yang tumbuh di daerah tropik basah, memiliki multifungsi dalam kehidupan masyarakat. Bagian empulur dari batang sagu dapat menghasilkan atau diambil patinya sebagai bahan pangan utama bagi sebagian penduduk di Sulawesi, Papua dan Maluku serta beberapa daerah lain di Indonesia Bagian Timur. Pemanfaatan tepung sagu atau aci sagu sebagai sumber karbohidrat

di beberapa daerah terutama di pedesaan telah berlangsung lama (Ahyuni, 2011).

Dari hasil pengolahan tepung sagu meninggalkan beberapa limbah, salah satu limbah tersebut adalah tungkai daun sagu (Pelepah Sagu). Sedangkan apabila diamati secara seksama didalam kulit pelepah sagu terdapat serat yang kuat menyerupai bulu rambut. Hal ini memungkinkan bisa dimanfaatkan sebagai bahan penguat pada material komposit serat alami. Sementara itu berdasarkan potensi pengembangan sagu di Indonesia, khususnya di Kelurahan Jaya Kecamatan Telluwanua Kota Palopo, terdapat pusat pengolahan sagu. Sehingga berlimpahnya bahan baku serat pelepah sagu dan pemanfaatannya masih sebatas kerajinan Rumah rumah tangga.

Tujuan khusus penelitian ini untuk menganalisis pengaruh ukuran besar diameter serat pelepah sagu terhadap sifat mekanik kekuatan tarik, menganalisis sifat mekanik tarik material komposit yang diperkuat serat pelepah sagu

Urgensi penelitian ini, untuk mengetahui kekuatan mekanik variasi diameter serat pelepah sagu yang sebelumnya dilakukan perendaman (diberi perlakuan) dengan zat kimia Natrium Hidroksida (NaOH) yang dicampur dengan Aquades (H₂O) (Humeiri, 2013). Setelah diketahui diameter serat pelepah sagu yang terbaik, selanjutnya dilakukan pengujian lanjutan (uji mekanik tarik) terhadap material komposit yang diperkuat serat pelepah sagu. Dengan demikian serat alami pelepah sagu dapat digunakan sebagai alternatif pengganti serat sintesis.

2. MATERIAL KOMPOSIT

Material komposit adalah material multi fasa yang diperoleh melalui kombinasi dari dua material atau lebih yang memiliki karakteristik sifat yang berbeda, digabungkan untuk mencapai sifat karakteristik yang lebih baik dan tidak dimiliki material penyusunnya (Chung, 2010). Material komposit didefinisikan sebagai sebuah material yang terdiri atas beberapa material, dimana sifat yang dimilikinya merupakan gabungan sinergis dari sifat material penyusunnya. Berdasarkan morfologi material penguatnya, komposit dibagi dalam tiga kelompok, yaitu Komposit partikulat, Komposit serat; dan Komposit laminat (Sofian, 2010).

Komposit untuk pada dasarnya campuran bahan-bahan yang terdiri dari, Campuran cairan resin (water glass), Katalis dan serat fiber, proses pembuatannya semua bahan tadi dicampur, sehingga akan bereaksi dari bahan berbentuk cair berubah menjadi padat (Chandramohan & Kumar, 2017). Material pembentuk komposit tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Resin

Resin merupakan bahan pembuat fiberglass yang berwujud cairan kental seperti lem. Berfungsi untuk mengeringkan semua bahan yang akan dicampur menjadi larutan fiberglass. Resin memiliki berbagai macam jenis type, dari yang keruh, berwarna, hingga yang bening dengan berbagai kelebihan seperti kekerasan, lentur, kakuatan dan lain-lain. Resin polyester, fiberglass resin atau resin kapal banyak dipasarkan di dunia khususnya Indonesia dengan warna yang berbeda-beda seperti merah, putih kekuning-kuningan dan hijau yang akan terlihat sedikit transparan apabila diaplikasikan dalam lapisan yang relatif tipis. Penggunaan jenis polyester resin diperkirakan sekitar 70% dalam seluruh penggunaan seluruh jenis resin diseluruh dunia. Resin merupakan bahan pembuat fiberglass yang berwujud cairan kental seperti lem. Berfungsi untuk mengeringkan semua bahan yang akan dicampur menjadi larutan fiberglass. Resin memiliki berbagai macam jenis type, dari yang keruh, berwarna, hingga yang bening dengan berbagai kelebihan seperti kekerasan, lentur, kakuatan dan lain-lain (Chung, 2010)

2. Katalis

Katalis juga adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalisis merupakan proses yang terjadi akibat adanya peran dari katalis. Katalis merupakan senyawa kimia yang dapat mempercepat reaksi tanpa perubahan bentuk/struktur dari katalis tersebut. Cara kerjanya yaitu dengan menempel pada bagian substrat tertentu dan pada akhirnya dapat menurunkan energi pengaktifan dari reaksi, sehingga reaksi berlangsung dengan cepat. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi. Katalis berbentuk cair, berwarna bening dan berbau sangat. Bahan ini tergolong jenis bahan kimia yang berbahaya. Jika kulit terkena langsung dengan bahan ini kulit akan terasa panas seperti terbakar dan akan mengalami iritasi. Katalis digunakan untuk mempercepat proses pengerasan adonan fiberglass. (Chung, 2010)

3. Serat Sintesis (Fiber)

Serat Kaca (fiberglass), dipasaran dikenal dengan nama meet atau roving. Sering diterjemahkan menjadi serat gelas adalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005 mm - 0,01 mm. Serat ini dapat dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain, yang kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi untuk digunakan sebagai badan mobil dan bangunan kapal. Serat Kaca juga digunakan sebagai agen penguat untuk banyak produk plastik; material komposit yang dihasilkan dikenal sebagai plastik diperkuat gelas (glass-reinforced plastic, GRP) atau epoxy diperkuat glass - fiber (GRE), disebut "fiberglass" dalam penggunaan umumnya (Ramalan, 2015).

4. Serat Pelepah Sagu

Tanaman sagu dengan bahasa latin (*Metroxylon* sp) berarti tanaman yang menyimpan pati pada batangnya. Pohon sagu memiliki batang silindris mirip pohon kelapa, tetapi ukuran diameter batangnya cukup besar sehingga apabila telah dewasa batangnya tidak terpeluk oleh manusia. Secara keseluruhan, pohon sagu lebih terlihat sebagai palem yang gemuk. (Wibisono, 2011). Sagu dari genus *Metroxylon*, secara garis besar digolongkan menjadi dua, yaitu : yang berbunga atau berbuah dua kali (*Pleonanthic*) dan berbunga atau berbuah sekali (*Hapaxanthic*) yang mempunyai nilai ekonomis penting, karena kandungan karbohidratnya lebih banyak. Jumlah curah hujan yang optimal bagi pertumbuhan sagu antara 2.000 – 4.000 mm/tahun, yang tersebar merata sepanjang tahun (Gunawan, 2016). Sagu dapat tumbuh sampai pada ketinggian 700 mdpl, namun produksi sagu terbaik ditemukan sampai ketinggian 400 mdpl (Lestari, 2010). Sagu paling baik bila ditanam pada tanah yang mempunyai pengaruh pasang surut, terutama bila air pasang tersebut merupakan air segar. Lingkungan yang paling baik untuk pertumbuhannya adalah daerah yang berlumpur, dimana akar nafas tidak terendam. Pertumbuhan sagu juga dipengaruhi oleh adanya unsur hara yang disuplai dari air tawar, terutama potasium, fosfat, kalsium, dan magnesium (Lestari, 2010)

Dari hasil pengolahan tepung sagu meninggalkan beberapa limbah, salah satu limbah tersebut adalah tungkai daun sagu (Pelepah Sagu). Sedangkan apabila diamati secara seksama didalam kulit pelepah sagu terdapat serat yang kuat menyerupai bulu rambut (Supu, Tenriawaru, Cambaba, 2017).

Pengujian Material, digunakan analisis data secara statistik, yaitu analisis data dengan menggambarkan kualitas *material* secara umum yang disajikan dalam bentuk table maupun grafik sesuai dengan standar ASTM D 638 – 02 dan ASTM D-638 M (M-I).

Waktu dan Lokasi, Penelitian ini diadakan di 3 tempat, pengambilan material di pusat pengolahan sagu Kelurahan Jaya Kecamatan Telluwanua Kota Palopo, perlakuan material dengan bahan kimiawi di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Andi Djemma Palopo dan pengambilan data di lakukan di Balai Latihan Kerja (BLK) Makassar. Dalam skala laboratorium membutuhkan waktu selama $\pm$ 6 bulan. (Mei s/d Oktober 2020). Serat pelepah sagu diperoleh dari proses pengerjaan secara manual, dan dilanjutkan dengan proses ekstraksi larutan alkali *Natrium Hidrosida* (NaOH) dan *Aquades* (H₂O). Bahan komposit resin *Polyester* dan katalis *Ziegler - Natta* dengan perbandingan 1 : 100 ml. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay up*. Pengujian komposit menggunakan mesin *Universal Testing* merek *Simadzu*.

Pengubah yang diamati

1. Pemisahan serat dengan lignin, Proses perendaman dengan menggunakan persentase campuran NaOH dan H₂O yang bervariasi (0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%), selama 15 menit untuk menghilangkan lignin/kotoran yang melekat pada serat.
2. Uji Material Serat Skala Laboratorium, Menggunakan standar ASTM D 638 – 02 untuk pengujian mekanik serat dan ASTM D-638 M (M-I) untuk pengujian mekanik komposit yang diperkuat serat pelepah sagu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian, Untuk mengetahui hubungan ukuran serat terhadap pengaruh NAOH, kekuatan Tarik serat dan kekuatan Tarik serta bending komposit serat sagu, maka dalam penelitian ini akan diintegrasikan secara grafikal untuk melihat kecenderungan atau keterkaitan antara variable.

Rendaman specimen dilarutan NaOH, Perendaman serat pelepah sagu kedalam larutan NaOH dengan persentase (0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%) selama 15 menit didalam sebuah wadah, bertujuan untuk melepas lignin yang melekat pada serat pelepah sagu.

Material serat sagu yang digolongkan kedalam 3 ukuran spesimen material, sebagai berikut; (a)

Kelompok 1. Ukuran Serat Ø 0,05 - 0,25. (b). Kelompok 2 Ukuran Serat Ø 0,30 - 0,50. (c). Kelompok 3. Ukuran Serat Ø 0,55 – 0,75. Dari hasil pengukuran menggunakan mikrometer berikut hasil yang didapatkan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Serat sago dan perendaman sedalam larutan NaOH + H₂O

Tabel 1. Data diameter serat sago Kelompok 1

No.	Konsentrasi NaOH + H ₂ O	Kelompok 1 (Ukuran Serat 0,05 - 0,25)					
		KDS	Ø	KDS	Ø	KDS	Ø
1	0%	KR101	0,11	KR102	0,15	KR103	0,25
2	2,5%	KR111	0,10	KR112	0,16	KR113	0,23
3	5%	KR121	0,12	KR122	0,15	KR123	0,23
4	7,5%	KR131	0,10	KR132	0,17	KR133	0,21
5	10%	KR141	0,13	KR142	0,15	KR143	0,25

Tabel 2. Data diameter serat sago Kelompok 2

No.	Konsentrasi NaOH + H ₂ O	Kelompok 2 (Ukuran Serat 0,30 - 0,50)					
		KDS	Ø	KDS	Ø	KDS	Ø
1	0%	KR201	0,31	KR202	0,42	KR203	0,48
2	2,5%	KR211	0,33	KR212	0,40	KR213	0,47
3	5%	KR221	0,35	KR222	0,42	KR223	0,50
4	7,5%	KR231	0,37	KR232	0,41	KR233	0,46
5	10%	KR241	0,35	KR242	0,40	KR243	0,69

Tabel 3. Data diameter serat sago Kelompok 3

No.	Konsentrasi NaOH + H ₂ O	Kelompok 3 (Ukuran Serat 0,55 – 0,75)					
		KDS	Ø	KDS	Ø	KDS	Ø
1	0%	KR301	0,65	KR302	0,70	KR303	0,55
2	2,5%	KR311	0,64	KR312	0,67	KR313	0,57
3	5%	KR321	0,63	KR322	0,72	KR323	0,70
4	7,5%	KR331	0,65	KR332	0,73	KR333	0,59
5	10%	KR341	0,67	KR342	0,65	KR343	0,56

Kekuatan Tarik Serat Sagu, Sebagai parameter dalam pengujian specimen dalam penelitian ini, serat kaca dijadikan sebagai tolak ukur kuat Tarik (323 N/mm²). Berikut ini hasil pengujian specimen di laboratorium material Balai Latihan Kerja (BLK) Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan. Tanggal, 2 September 2020.

Tabel 4. Data Hasil pengujian Tarik serat sago Kelompok 1

NaOH	Kelompok 1 (Ukuran Serat 0,05 - 0,25)
------	---------------------------------------

No.	+ H ₂ O	KDS	(N/mm ²)	KDS	(N/mm ²)	KDS	(N/mm ²)	Rata - rata
1	0%	KR101	46.560	KR102	48.631	KR103	45.540	46.910
2	2,5%	KR111	47.230	KR112	49.486	KR113	48.590	48.435
3	5%	KR121	45.920	KR122	47.231	KR123	43.560	45.570
4	7,5%	KR131	42.587	KR132	44.230	KR133	40.890	42.569
5	10%	KR141	31.513	KR142	34.245	KR143	29.782	31.847

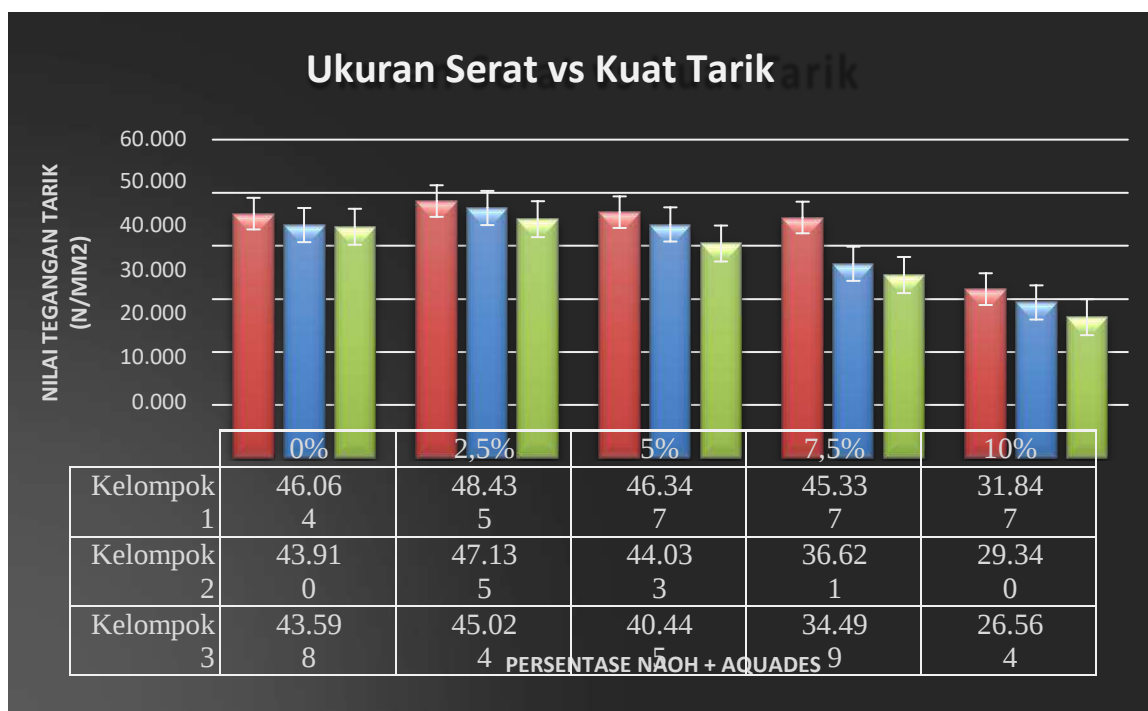
Tabel 5. Data Hasil pengujian Tarik serat sagu Kelompok 2

No.	NaOH + H ₂ O	Kelompok 2 (Ukuran Serat 0,30 - 0,50)						
		KDS	(N/mm ²)	KDS	(N/mm ²)	KDS	(N/mm ²)	Rata - rata
1	0%	KR201	45.002	KR202	43.672	KR203	43.056	43.910
2	2,5%	KR211	47.560	KR212	46.985	KR213	46.860	47.135
3	5%	KR221	44.901	KR222	42.101	KR223	45.098	44.033
4	7,5%	KR231	38.760	KR232	39.012	KR233	32.090	36.621
5	10%	KR241	30.883	KR242	32.093	KR243	25.045	29.340

Tabel 6. Data Hasil pengujian Tarik serat sagu Kelompok 3

No.	NaOH + H ₂ O	Kelompok 3 (Ukuran Serat 0,55 – 0,75)						
		KDS	(N/mm ²)	KDS	(N/mm ²)	KDS	(N/mm ²)	Rata - rata
1	0%	KR301	43.672	KR302	43.550	KR303	43.572	43.598
2	2,5%	KR311	44.950	KR312	45.257	KR313	44.865	45.024
3	5%	KR321	43.560	KR322	38.760	KR323	39.015	40.445
4	7,5%	KR331	39.012	KR332	32.096	KR333	32.390	34.499
5	10%	KR341	25.043	KR342	27.980	KR343	26.67	26.564

Dari table diatas dapat dibuatkan grafik hubungan antara perlakuan perendaman larutan (NaOH + H₂O) dan variasi ukuran serat terhadap kekuatan tarik. Berikut grafik rata – rata Kekuatan Tarik.



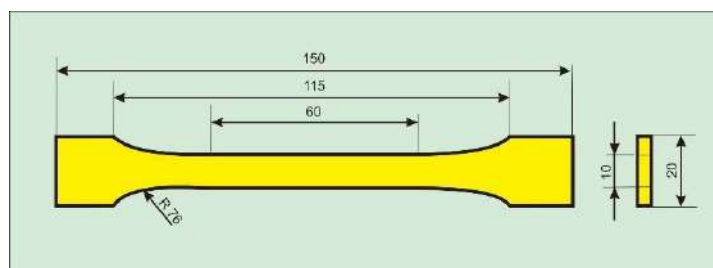
Gambar 2. Rata – rata nilai tegangan Tarik pada serat sago

Gambar 5 diatas menunjukkan nilai rata – rata hubungan antara perlakuan perendaman larutan (NaOH + H₂O) dan variasi ukuran serat terhadap kekuatan tarik. Dari grafik tersebut menggambarkan bahwa kekuatan tarik yang terdapat pada specimen, sebagai berikut;

- Larutan NaOH berpengaruh terhadap kuat Tarik specimen, hal ini ditunjukkan pada 2,5% (NaOH terhadap H₂O). Nilai kekuatan tariknya lebih tinggi dari perlakuan yang diberikan kepada specimen KR112 Ø 0,10 mm dengan kuat Tarik 49,486 N/mm² dan nilai kuat Tarik terendah terdapat pada KR341 Ø 0,67 mm dengan kuat Tarik 25,043 N/mm². Dengan komposisi larutan 10% (NaOH terhadap H₂O).
- Variasi ukuran besar diameter serat pelepah sago dari hasil pengujian berbanding terbalik. Bahwa semakin besar ukuran serat yang diberikan maka semakin kecil kekuatan tarik yang didapatkan. Hal ini dapat dilihat pada komposisi larutan 2,5%, dengan ukuran serat kelompok 1 (Ø 0.05 - 0.25 mm) memiliki kekuatan Tarik rata – rata sebesar 48,435 N/mm², ukuran serat Kelompok 2 (Ø 0.30 - 0.50 mm) memiliki kekuatan tarik rata – rata sebesar 47.135 N/mm², dan untuk kelompok 3 (Ø 0.55 – 0,75 mm) memiliki kekuatan tarik rata – rata sebesar 45,024 N/mm².

Uraian diatas diperoleh nilai kekuatan tarik rata – rata yang terbesar terdapat pada spesimen ukuran serat kelompok 1 (Ø 0.05 - 0.25 mm) dengan komposisi 2,5% (NaOH terhadap H₂O), yang merupakan ukuran diameter paling kecil. Hal ini disebabkan tingkat kerapatan susunan antar serat pada ukuran diameter kecil lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran diameter yang besar. Sehingga rongga antar serat yang terjadi pada susunan diameter kecil lebih rendah dibandingkan dengan diameter besar dan mengurangi kemampuan serat pelepah sago dalam menerima beban, sebab ikatan antar unsur penyusun serat melemah.

Kekuatan Tarik Komposit Serat Sagu, Berdasarkan ASTM D-638 M (M-I) geometri spesimen uji Tarik, dengan gambar sebagai berikut;

**Gambar 3.** Geometri Spesimen Uji Tarik

Pada pembuatan specimen untuk komposit digunakan serat sago dengan Ø 0,05 – 0,25 mm dengan perendaman NaOH 25% selama 15 menit. Pembuatan cetakan untuk membentuk specimen komposit dengan metode *hand lay up*. Spesimen uji yang dipersiapkan berjumlah 9 (sembilan) buah yang dibagi menjadi 3 (tiga) Komposisi volume serat pelepah sago. Dengan setiap komposisi volume serat pelepah sago berjumlah 3 (tiga) buah specimen uji.

Pembuatan material Uji dengan Komposisi volume serat yang pertama yaitu (A). Komposisi 95% matriks (Resin + Katalis) : 5% serat pelepah sago, (B) Komposisi volume 90% matriks (Resin + Katalis) : 10% serat pelepah sago. (C) Komposisi volume 85% matriks (Resin + Katalis) : 15% serat pelepah sago. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar berikut ini.



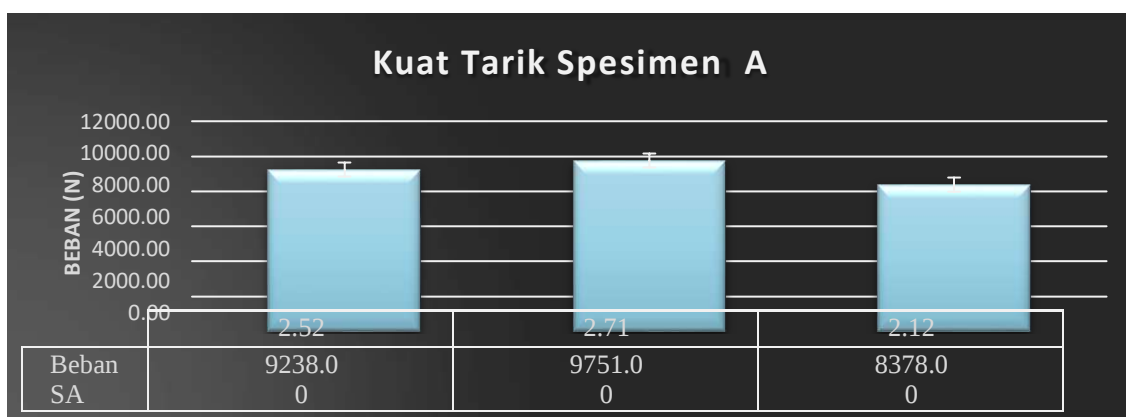
Gambar 4. Spesimen Uji

Kuat Tarik merupakan tegangan maksimum yang mampu ditahan oleh suatu material sebelum patah (Badaron, et al, 2019). Pengujian tarik dilakukan di BLK Makassar Provinsi Sulawesi Selatan. Tanggal, 23 September 2020, untuk mengetahui kemampuan dari komposit pada setiap fraksi volume serat. Patahan komposit yang terjadi yaitu jenis patahan LGM (*Lateral at Grip Middle*) atau patahan pada bagian tengah specimen dengan komposisi yang berbeda. Kondisi tersebut akan menunjukkan patahan terjadi sudah baik yang berarti load terdistribusi secara merata. Data kekuatan tarik yang diperoleh dalam pengujian dapat dilihat pada tabel 9, berikut;

Tabel 7. Komposisi A

No.	Kelompok Volume Matriks dan Serat (Mpa)	
	Serat 5% (A)	Beban (N)
1	2.52	9238.00
2	2.71	9751.00
3	2.12	8378.00
Rata - rata	2.45	9122.33

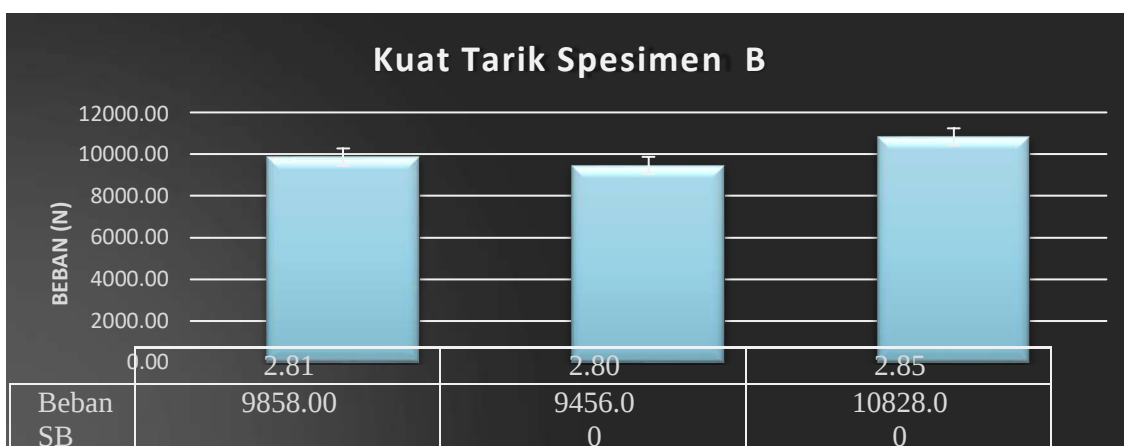
Dari table diatas kita dapat membuat suatu grafik untuk mempermudah dalam membandingkan kekuatan tarik antara setiap item dalam komposisi A. Pada spesimen uji A1 Kuat Tarik 2,52 MPa beban 9238 N, A2 Kuat Tarik 2.71 MPa beban 9751 N dan Specimen Uji A3 kuat Tarik 2,12 MPa Beban 8378 N.



Gambar 5. Grafik Hubungan Kekuatan Tarik dengan Spesimen A1, A2 dan A3

Dari grafik diatas dapat dilihat, terjadi kenaikan pada kekuatan tarik pada spesimen dan terjadi kenaikan beban yang dapat ditahan oleh specimen hingga putus dari specimen A1 (2,52 MPa) ke A2 (2,71 MPa) dan pada specimen A3 terjadi penurunan yang signifikan dengan kuat Tarik komposit 2,12 MPa dengan Beban yang diterima 8378 N. Rata – rata kuat Tarik untuk specimen dengan komposisi matriks (Resin + Katalis) 95% : 5 % Serat Pelepah Sagu 2.45 MPa dan beban 9122.33 N.

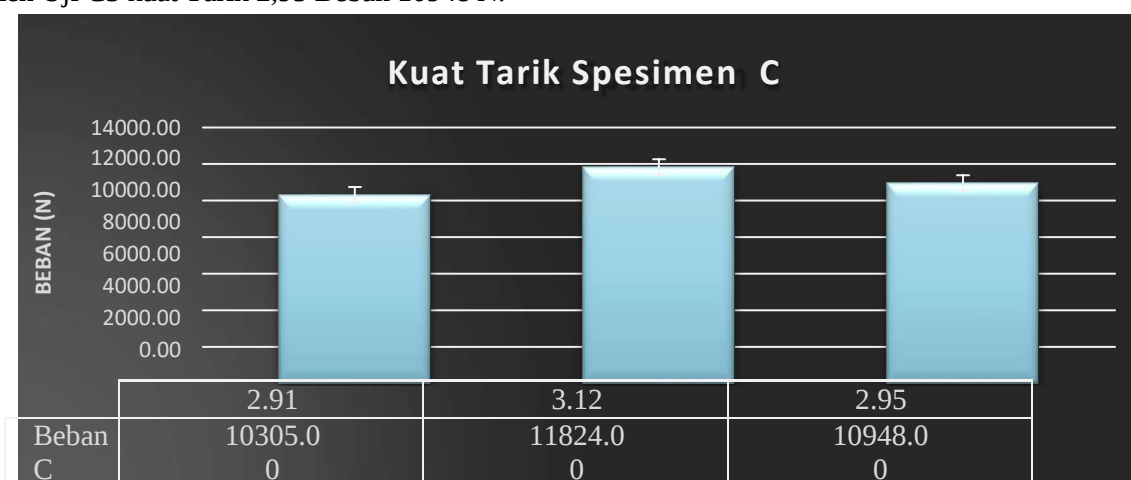
Untuk mempermudah dalam membandingkan kekuatan tarik antara setiap item dalam komposisi B. Pada spesimen uji B1 Kuat Tarik 2,81 MPa beban 9858 N, B2 Kuat Tarik 2,80 MPa beban 9456 N dan Specimen Uji B3 Kuat Tarik 2,85 MPa Beban 10828 N.



Gambar 6. Grafik Hubungan Kekuatan Tarik dengan Spesimen B1, B2 dan B3

Dari grafik diatas terjadi Penurunan kuat tarik dari specimen B1 ke B2 dan penurunan beban yang dapat ditahan oleh specimen hingga putus, namun pada specimen dari B2 ke B3 kuat Tarik naik secara signifikan dari 2,80 MPa menjadi 2,85 MPa pada beban yang ditahan 9456 N ke 10828 N. Rata – rata kuat Tarik untuk specimen dengan komposisi matriks (Resin + Katalis) 90% : 10 % Serat Pelelepah Sagu 2.82 MPa dan beban 10047.33 N.

Untuk mempermudah dalam membandingkan kekuatan tarik antara setiap item dalam komposisi C. Pada spesimen uji C1 Kuat Tarik 2,91 MPa beban 10305 N, C2 Kuat Tarik 3,12 MPa beban 11824 N dan Specimen Uji C3 kuat Tarik 2,95 MPa Beban 10948 N.



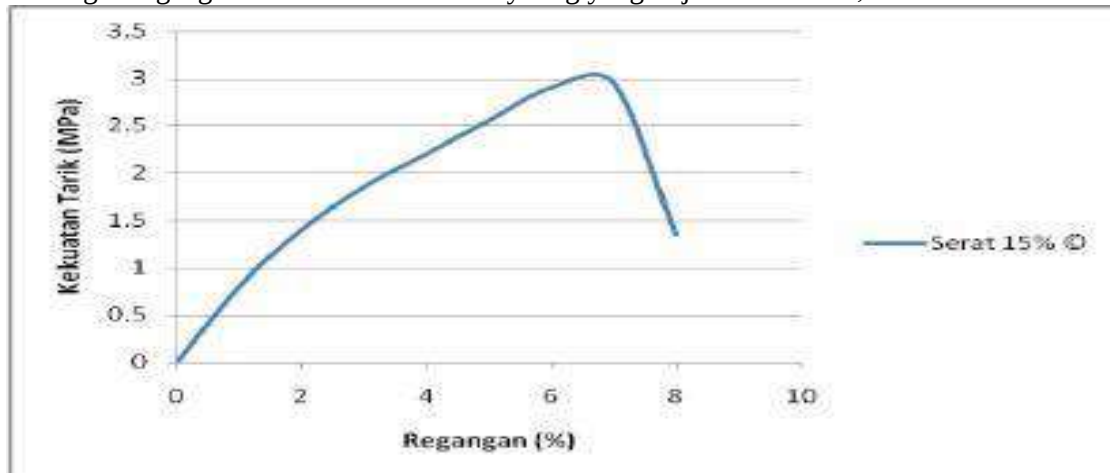
Gambar 7. Grafik Hubungan Kekuatan Tarik pada Spesimen C1, C2 dan C3

Dari grafik diatas dapat dilihat, terjadi Kenaikan kuat tarik pada specimen dan penurunan beban yang dapat ditahan oleh specimen hingga putus dari specimen C1 (2,9 MPa) ke specimen C2 (3,21 MPa) dan turun secara signifikan ke specimen C3 (2,95 MPa). Rata – rata kuat Tarik untuk specimen dengan komposisi matriks (Resin + Katalis) 85% : 15%, Serat Pelelepah Sagu 2,99 MPa.

Pembahasan Berdasarkan hasil uraian diatas diperoleh kekuatan tarik serat pelepah sagu dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kekuatan diameter serat pelepah sagu, panjang serat pelepah sagu, karakteristik penyusunnya dan konsentrasi NaOH + H₂O. Didalam serat pelepah sagu, terdapat unsur kayu dan unsur pati (zat tepung). Unsur pati tersebut memiliki sifat yang lunak, dan rapuh sehingga lignin yang berada disekitar serat pelepah sagu akan berpengaruh terhadap kuat Tarik. Selain itu diameter yang besar memiliki zat pati yang tinggi, dibandingkan dengan serat berdiameter kecil. Hal dapat dilihat dari penelitian yang telah dilakukan. Larutan NaOH berpengaruh terhadap kuat Tarik specimen, ditunjukkan pada specimen KR112 dengan kuat Tarik 49,486 N/mm² dan nilai kuat Tarik terendah terdapat pada specimen KR341 Ø 0,67 mm

dengan kutat Tarik 25,043 N/mm². Dari hasil analisis data diketahui bahwa serat pelepah sagu kuat tariknya jauh dibawah serat gelas. (48,435 N/mm² < 323 N/mm²). Hal ini disebabkan rongga yang terdapat di serat sintesis lebih rapat dibanding serat alami.

Komposit Serat Pelepah Sagu, Dari hasil analisis diatas nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji C2 3,12 beban 11824 N dan nilai kekuatan Tarik terendah terdapat pada spesimen uji A3 212 beban 8378 N dan hanya satu spesimen uji yang dibuatkan kurva tegangan regangan. Hal ini disebabkan hanya satu spesimen terjadi regangan dan putus tepat pada titik *load*. Sedangkan di titik yang lain tidak, dibuat kurva disebabkan tidak adanya regangan dan bentuk kurva sehingga tidak memungkinkan untuk ditampilkan karena bentuknya datar. Spesimen yang mengalami regangan dan patah pada titik load yaitu pada komposisi volume 85% matriks : 15% serat (specimen uji C 2). Kekuatan tarik maksimum terjadi pada titik 3,12 MPa dengan regangan sebesar 8%. Modulus young yang terjadi sebesar 38,615 MPa.



Gambar 8. Kurva Tegangan Regangan specimen uji C 2

4. PENUTUP

Kesimpulan, Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut; (1) Larutan NaOH berpengaruh terhadap kuat Tarik specimen, hal ini ditunjukkan pada 2,5% (NAoH terhadap Aquades). Nilai kekuatan tariknya lebih tinggi dari perlakuan yang diberikan kepada specimen Ø 0,10 mm dengan kuat Tarik 49,486 N/mm² dan nilai kuat Tarik terendah terdapat pada Ø 0,67 mm dengan kutat Tarik 25,043 N/mm². Dengan komposisi larutan 10% (NAoH terhadap Aquades). (2) Serat pelepah sagu kuat tariknya jauh dibawah serat gelas. (48,435 N/mm² < 323 N/mm²). Hal ini disebabkan rongga yang terdapat di serat sintesis lebih rapat dibanding serat alami. (3) Berdasarkan variabel yang diteliti, kekuatan tarik (F^u) dengan nilai tertinggi terjadi pada komposit C2 (volume 85% matriks : 15% serat) yaitu sebesar 3,12 beban 11824 N sedangkan kekuatan tarik (F^u) dengan nilai terendah terjadi pada komposit A3 (volume 95% matriks : 5% serat) sebesar 2,12 beban 8378 N. (4) Kekuatan tarik mengalami kenaikan terhadap peningkatan komposisi volume serat. (5) Spesimen uji yang mengalami regangan dan patah pada titik *load* yaitu pada komposisi volume 85% matriks : 15% serat sebesar 3,12 MPa dengan regangan sebesar 8% dan modulus young yang terjadi sebesar 38,615 MPa.

Saran, Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, peneliti ingin menyampaikan beberapa saran yaitu; (1) Perlu dilakukan perlakuan atau penelitian lebih lanjut terhadap material serat pelepah sagu agar mendekati kekuatan Tarik yang dimiliki oleh serat gelas untuk menambah kualitas. (2) Sebaiknya penempatan serat dilakukan secara baik agar tidak ada daerah yang kekurangan akan serat, terutama pada bagian pencekam (*holder*). (3) Sebaiknya dilakukan pengujian kembali dengan cara penempatan serat yang berbeda, seperti menyilang atau anyaman untuk mengetahui kekuatan dan hasil yang optimal. (4) Pencampuran matriks dan serat dari komposit harus rata dan hindarilah terjadinya gelembung udara pada saat pembuatan spesimen.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahyuni, D. 2011. *Pengelolaan Sagu (Metroxylon spp) di PT National Sago Prima, selat panjang, Kab. Kepulauan Meranti, Riau, dengan Aspek Khusus Pertumbuhan Bibit di Lapangan*. Skripsi. Program Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Awual, M. R., Hasan, M. M., Iqbal, J., Islam, M. A., Islam, A., Khandaker, S., ... & Rahman, M. M. (2020).

- Ligand based sustainable composite material for sensitive nickel (II) capturing in aqueous media. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(1), 103591.
- Awual, M. R. (2019). Innovative composite material for efficient and highly selective Pb (II) ion capturing from wastewater. *Journal of Molecular Liquids*, 284, 502-510
- Badaron, S. F., Gecong, A., Anies, M. K., Achmad, W. M., & Setiani, E. P. (2019). Studi Perbandingan Kuat Tarik Tidak Langsung terhadap Campuran Aspal Beton dengan menggunakan Limbah Marmer dan Abu Sekam Padi sebagai Filler. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 4(2), 145-155.
- Chandramohan, D., & Kumar, A. J. P. (2017). Experimental data on the properties of natural fiber particle reinforced polymer composite material. *Data in brief*, 13, 460-468.
- Chung Deborah D. L. 2010. *Composite Materials Science and Applications*. Second Edition. Springer-Verlag: London
- Gunawan, Y., & Aksar, P. (2016). Analisa Pengaruh Ukuran Diameter Serat Tangkai Sagu terhadap Sifat Mekanik pada Material Komposit. *Enthalpy*, 1(2).
- Humeiri, Arif. 2013. *Pengaruh konsentrasi alkali dan diameter serat terhadap kuat geser rekatan pada antar muka serat ijuk aren (arenga pinnata)/ poliester*. Yogyakarta
- Lestari, M.S., S.R. Sihombing, Y.H. Rusmawir, dan R. Kelyanin. 2010. *Implementasi Teknologi Pengolahan Sagu Rakyat di Kabupaten Jayapura*. <http://papua.litbang.deptan.go.id>. [9 Agustus 2019]
- Ramalan. Laode, 2015. *Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Diperkuat Serat Ijuk*. (Skripsi). Universitas Halu Oleo : Kendari
- Sofian Bondan. T. 2010. *Pengantar material teknik*. Salemba Teknika. Jakarta.
- Supu, I., Tenriawaru, E. P., & Cambaba, S. (2017). Sifat Mekanik Kulit Batang Sagu Pada Berbagai Kondisi. *The Indonesian Green Technology Journal*, 6(1).
- Wibisono, M. A. 2011. *Pengelolaan Sagu (Metroxylon spp) di PT. National Sagu Prima, Kabupaten Kepulauan Meranti, Riau dengan Studi Kasus Pengaruh Teknik Persemaian dan Jenis Tanaman Induk Terhadap Pertumbuhan Bibit Sagu*. (Skripsi) Program Sarjana.. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yudha Yoga Pratama dkk. 2014, *Pengaruh perlakuan alkali, fraksi volume serat, dan panjang serat terhadap kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa – polyester*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta

Penilaian Kondisi Jalan Poros Sabbang Selatan Menggunakan Metode *Surface Distress Index*

Dewi Artika Sari¹, Afdal Kisman²

^{1,2} Universitas Andi Djemma Palopo, JL.Tandipau No.5 Palopo, Indonesia
E-mail : ¹ tekniksipil_unanda@yahoo.com, ² dewiartikasari946@gmail.com, ³ afdhalkisman97@gmail.com

Abstrak

Prasarana jalan jika terbebani volume lalu lintas yang tinggi dan berulang-ulang akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas jalan sehingga dapat mempengaruhi keamanan, kenyamanan dan kelancaran dalam berlalu lintas. Untuk menjaga agar tidak terjadi penurunan kondisi khususnya pada jalan poros Kecamatan Sabbang Selatan Kabupaten Luwu Utara tepatnya di jalan Padang Sarre, Buntu Terpedo sampai jalan Dandang sepanjang 4 km perlu adanya penanganan. Maka perlu dilakukan penelitian awal terhadap kondisi permukaan jalan dengan melakukan survei secara visual dengan cara menganalisa kerusakan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakannya. Tujuan penelitian yaitu menilai kondisi perkerasan dan penanganannya sesuai kondisi permukaan jalan. Penelitian ini menggunakan sistem penilaian kondisi perkerasan menurut Bina Marga dengan perhitungan *Surface Distress Index* (SDI) untuk jalan beraspal. Dari hasil penelitian didapatkan penilaian untuk jenis kerusakan permukaan jalan pada ruas kanan yaitu retak pinggir 1,183%, lubang 0,031%, ambles 0,054%, retak kulit buaya 3,271%, retak kotak-kotak 3,222%, tambalan 0,033% dan pengelupasan butir 0,013%. Sedangkan untuk ruas kiri yaitu retak pinggir 0,035%, lubang 0,051%, ambles 0,000%, retak kulit buaya 0,130%, retak kotak-kotak 2,351%, tambalan 0,000% dan pengelupasan butir 0,150%. Kondisi perkerasan jalan yang menjadi objek penelitian sepanjang 4 km yaitu 85% baik, 0% sedang, 15% rusak ringan, 0% rusak berat.

Kata Kunci

Kondisi jalan,
tingkat kerusakan,
penanganan, *Surface Distress Index* (SDI)

Abstract

Road infrastructure if it is burdened by high and repetitive traffic volumes will cause a decrease in road quality so that it can affect safety, comfort and smoothness in traffic. To prevent deterioration in conditions, especially on the axis road of South Sabbang District, North Luwu Regency, precisely on Padang Sarre road, Buntu Terpedo to Dandang road along 4 km, it needs handling. So it is necessary to conduct an initial research on road surface conditions by conducting a visual survey by analyzing the damage based on the type and level of damage. The research objective was to assess pavement conditions and handling according to road surface conditions. This study uses a pavement condition assessment system according to Bina Marga with the calculation of the *Surface Distress Index* (SDI) for asphalt roads. From the research results obtained an assessment for the type of road surface damage on the right side, namely edge cracks 1.183%, holes 0.031%, collapse 0.054%, crocodile skin cracks 3.271%, checkered cracks 3.222%, 0.033% patches and 0.013% peeling grains. Whereas for the left section, the edges cracked 0.035%, holes 0.051%, collapsed 0.000%, crocodile skin cracks 0.130%, checkered cracks 2.351%, fillings 0.000% and peeling 0.150%. The condition of the pavement which is the object of the research along 4 km is 85% good, 0% moderate, 15% lightly damaged, 0% heavily damaged.

Keyword

road conditions,
level of damage,
handling, *Surface Distress Index* (SDI)

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang memiliki peran penting dalam mendukung perkembangan sektor ekonomi, sosial budaya, pertahanan keamanan dan berbagai sektor lainnya. Prasarana jalan yang baik dapat mendukung kelancaran distribusi barang dan jasa (Humang, 2018). Prasarana jalan yang baik adalah jalan yang mempunyai konektivitas, aksesibilitas dan kondisi perkerasan yang baik (Chalid, 2016). Kerusakan jalan yang ada sering diakibatkan oleh faktor alam ataupun faktor manusia. Apabila terjadi kerusakan dalam kondisi ringan, maka perlu adanya pemeliharaan sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih parah dan membutuhkan biaya yang lebih mahal.

Penilaian kerusakan jalan dapat dilakukan dengan metode *Surface Distress Index* yang dilakukan dengan menilai kondisi jalan diperoleh berdasarkan survei visual (Fakhri & Dezfoulan, 2019). Kecamatan Sabbang

Selatan Kabupaten Luwu Utara yang merupakan jalan yang menghubungkan Kabupaten Luwu Utara dengan Kabupaten Luwu. Kami memilih lokasi ini sebagai tempat penelitian karena kondisi jalan poros tersebut mengalami kerusakan seperti retak, lubang, dan lain- lain. Oleh sebab itu untuk menjaga kondisi perkerasan jalan sampai umur rencana maka harus dilakukan pemeliharaan maupun rehabilitasi.

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah menilai kondisi perkerasan dan penanganan jalan poros Kecamatan Sabbang Selatan Kabupaten Luwu Utara menurut metode *Surface Distress Index*.

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Menurut UU no. 38 tahun 2004 klasifikasi jalan dibedakan menjadi 4 yaitu berdasarkan peruntukan, jaringan, fungsi dan status.

Konstruksi jalan (perkerasan) secara umum terdiri atas 3 lapisan utama yaitu : lapisan pondasi bawah (*subbase course*), lapisan pondasi atas (*base course*) lapisan permukaan atau *surface course* (Al Qadi et al, 2017). Jenis kerusakan yang terjadi pada suatu jalan dapat dikaji berdasarkan lapisan-lapisan konstruksi perkerasan jalan (Wang & Wang, 2019). Lapisan permukaan perkerasan jalan merupakan lapisan yang langsung berhubungan dengan aktifitas kendaraan lalu lintas, dan di Indonesia sekitar 80% ruas jalan masih menggunakan lapisan permukaan lentur yang terbuat dari material aspal. Perkerasan jalan mempunyai umur rencana tertentu sesuai dengan umur desain yang telah ditetapkan. Umur rencana yang digunakan dalam desain di Indonesia adalah 10 tahun untuk perkerasan lentur (Ragnoli et al, 2018). Selama masa layanan, perkerasan akan mengalami pembebanan berulang. Kondisi ini perlu diantisipasi dengan langkah- langkah pencegahan terutama dengan dilakukannya pemeliharaan jalan (Ahmad Tri Heriyanto, 2020). Perkerasan jalan adalah campuran agregat dan bahan ikat yang terletak di atas tanah dasar dengan pemadatan untuk melayani beban lalu lintas. Tujuan utama pembuatan struktur perkerasan jalan adalah untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban roda sehingga mencapai tingkat nilai yang dapat diterima oleh tanah yang menyokong beban tersebut (Mubarak & Sallam, 2020).

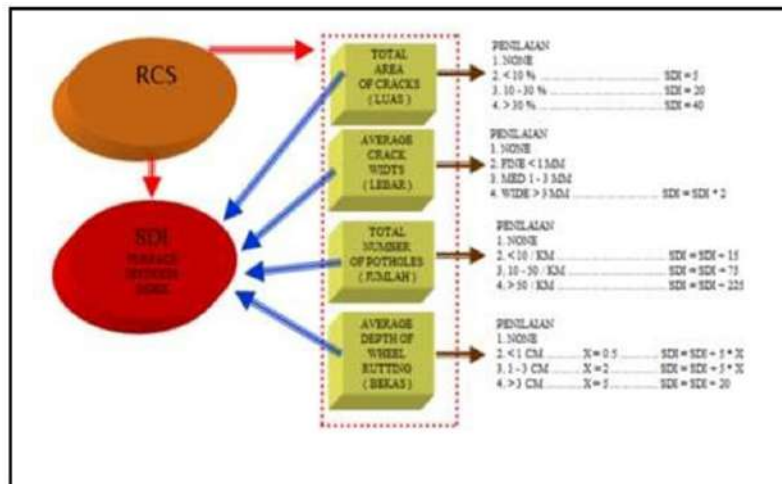
Perkerasan lentur (*flexibel Pavement*), yaitu suatu jenis kerusakan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan mempunyai sifat lentur dimana setelah pembenahan berlangsung perkerasan akan seperti semula. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1987) yang dimaksud dengan perkerasan lentur adalah perkerasan yang pada umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai pelapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan bawahnya. Perkerasan lentur harus mempunyai ketahanan *pavement* yang dinyatakan sebagai *Modulus of Resilience* (Karami, 2018). *Modulus of Resilience* yaitu ukuran kemampuan material untuk menyerap energi dari luar tempat terjadinya kerusakan.

Pada struktur perkerasan jalan, beban lalu lintas didistribusikan ke tanah dasar secara berjenjang dan berlapis (*layer system*) (Arianto & Suprpto, 2018). Dengan sistem ini beban lalu lintas didistribusikan dari lapisan atas ke lapisan di bawahnya (Sukirman, 1992). Konstruksi perkerasan jalan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. (Gupta et al, 2018)

Salah satu sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan dengan pengamatan visual dan dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan usaha pemeliharaan adalah metode *Surface Distress Index* yang dikembangkan oleh direktorat jenderal Bina Marga. Metode *Surface Distress Index* adalah pemeriksaan secara visual dengan data parameter luas total keretakan, lebar rata-rata keretakan, jumlah lubang dan kedalaman bekas roda kendaraan. Hasil pemeriksaan terhadap parameter-parameter tersebut kemudian dihitung menggunakan standar penilaian yang ditetapkan oleh Bina Marga.

Nilai *Surface Distress Index* yang diperoleh hasil survey dapat dijadikan acuan dalam penentuan penanganan jalan yaitu berupa nilai dari tiap jenis kerusakan yang diidentifikasi, sehingga untuk menentukan penilaian kondisi jalan dilakukan dengan cara menjumlahkan seluruh nilai perkerasan yang ada (Rosada et al 2019). Semakin besar angka kerusakan kumulatif akan semakin besar pula nilai kondisi jalan, yang diartikan jalan tersebut memiliki kondisi yang buruk sehingga membutuhkan penanganan yang lebih baik. Kriteria kondisi jalan dari data *Surface Distress Index* dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

KONDISI JALAN	NILAI SURFACE DISTRESS INDEX
BAIK	<50
SEDANG	50 – 100
RUSAK RINGAN	100 – 150
RUSAK BERAT	>150



Gambar 1. Standar Penilaian Metode Surface Distress Index

Jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan akibat beberapa factor kerusakan berdasarkan Manual Pemeliharaan Direktorat Jendral Bina Marga No. 03/MN/B/1983, kerusakan jalan dapat dibedakan kedalam 19 (Sembilan belas) jenis kerusakan yaitu ; (a) Retak Kulit Buaya (*AlligatorCracking*) (b) Kegemukan(*Bleeding*), (c) Retak Kotak-kotak (*BlockCracking*), (d) Cekungan (*Blumps andSags*), (e) Keriting(*Corrugation*), (f) Ambblas(*Depression*), (g) Retak Pinggir (*EdgeRacking*), (h) Retak Sambung (*Join ReflectionCracking*), (i) Pinggiran Jalan Turun Vertikal (*Lane/Shoulder DropOff*), (j) Retak Memanjang/ Melintang (*Longitudinal/ TransverseCracking*), (k) Tambalan (*Patching and Utility CutPatching*), (l) Pengausan Agregat (*PolishedAggregate*), (m) Lubang (*Patholes*), (n) Rusak Perpotongan Rel (*RailroadCrossing*), (o) Alur(*Rutting*), (p) Sungkar (*Shoving*), (q) Patah Slip (*SlippageCracking*), (r) Menggembung Jembul (*Swell*), (s) Pelepasan Butir (*Weathering/Raveling*)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan yaitu jenis penelitian kuantitatif dimana penelitian yang lebih menuju pada aspek pengukuran secara objektif. Pada penelitian ini dilakukan survey secara langsung di lapangan dan mengklasifikasikan kerusakan perkerasan jalan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakannya. Penelitian ini menggunakan sistem analisa penilaian kondisi perkerasan jalan menurut *Surface Distress Index* (yahya et al, 2019).

Langkah awal dalam melakukan penelitian adalah dengan terlebih dahulu mengetahui latar belakang dari daerah yang menjadi objek dari penelitian sehingga didapatkan suatu rumusan permasalahan yang ada untuk selanjutnya dijadikan tujuan penelitian. Setelah itu di kumpulkan berbagai macam data yang diperlukan untuk melakukan penelitian yaitu data primer.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei. Survei adalah metode penelitian yang sumber data dan informasi utamanya diperoleh dari pengamatan secara langsung dilapangan. Pengambilan data dilakukan setiap 50 meter sepanjang 4 km pada setiap ruas dengan metode yang digunakan yaitu *Surface DistressIndex*.

Pada penelitian ini, data primer yang digunakan adalah hasil observasi atau penelitian langsung di lokasi penelitian. Dimana pengambilan data kerusakan jalan dilakukan setiap 50 meter sepanjang 4 km pada setiap ruas. Serta terdapat beberapa data sekunder diantaranya yaitu standar penilaian dan tabel kondisi jalan metode *Surface Distress Index* (SDI) yang ditetapkan oleh Bina Marga.

Teknik analisis data visual dengan menggunakan metode *Surface Distress Index* disajikan pada perhitungan kondisi fungsional jalan dengan menentukan nilai *Surface Distress Index* (SDI) suatu segmen jalan. Langkah awal yaitu dengan menetapkan nilai SDI_1 awal berdasarkan luas retak kemudian menetapkan SDI_2 berdasarkan lebar rata-rata retak. Langkah selanjutnya yaitu menetapkan nilai SDI_3 berdasarkan jumlah lubang serta menetapkan SDI_4 berdasarkan bekas roda kendaraan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

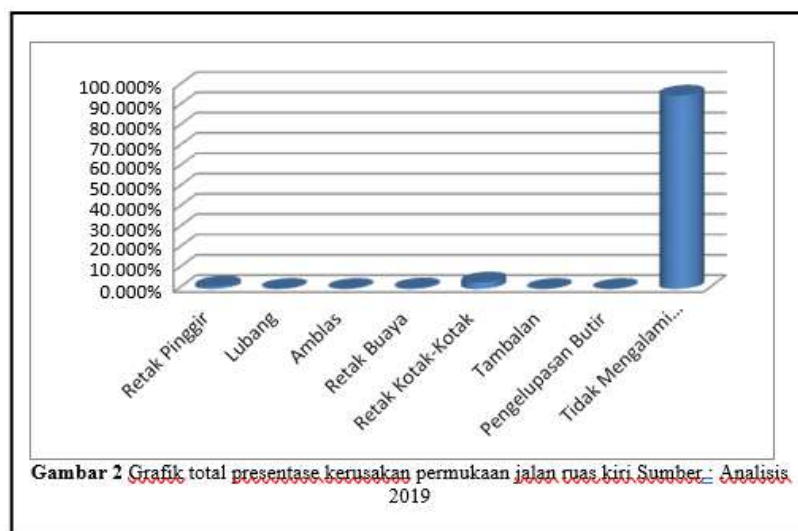
Berdasarkan permasalahan dan metode penelitian yang telah dikemukakan, maka diperoleh hasil presentase kerusakan jalan, data visual dengan menggunakan metode SDI yang selanjutnya dilakukan pembahasan sehingga dapat diidentifikasi kondisi kerusakan pada jalan Padang Sarre Buntu Torpedo sampai jalan Dandang, sepanjang 4 km.

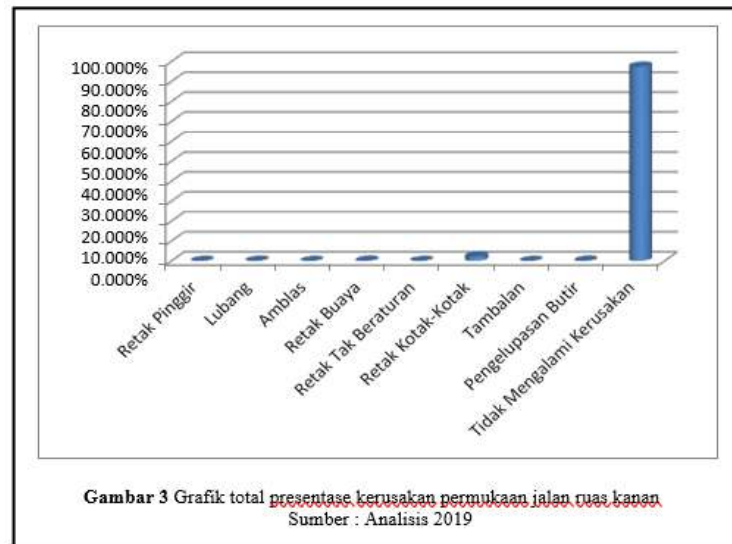
A. Tingkat Kerusakan Jalan

Dari hasil pengambilan data secara langsung dilokasi penelitian. Maka diperoleh hasil presentase kerusakan jalan seperti pada tabel dibawah.

No.	JENIS KERUSAKAN	LUAS TOTAL KERUSAKAN (%)	
		RUAS KANAN	RUAS KIRI
1	Retak Pinggir	1,183	0,035
2	Lubang	0,031	0,051
3	Amblas	0,054	0,000
4	Retak Buaya	0,271	0,130
5	Retak Kotak-Kotak	3,222	2,351
6	Tambalan	0,033	0,000
7	Pengelupasan Butir	0,013	0,150
TOTAL		4,808	2,718

Pada tabel presentase ruas kerusakan jalan dapat dilihat bahwa pada jalan Padang Sarre, Buntu Terpedo sampai Dandang tingkat kerusakan permukaan jalan ruas kanan dan ruas kiri kerusakan paling banyak yaitu retak kotak-kotak, dimana kerusakannya yaitu 3,222% dan 2,351%. Hal tersebut disebabkan oleh adanya gerakan vertikal atau horizontal di bawah lapisan tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah. Total luas presentase kerusakan pada lokasi penelitian yaitu 4,808% di ruas kanan dan 2,718% pada ruas kiri. Dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.





B. Hasil Analisis Data Visual Dengan Metode SDI

Dari hasil penelitian dilapangan maka didapatkan hasil analisa seperti pada dibawah

Tabel 3 Analisi data visual (SDI₁, SDI₂, SDI₄) dengan metode SDI

No.	JENIS KERUSAKAN	ANALISIS DATA SDI					
		RUAS KANAN			RUAS KIRI		
		SDI1	SDI2	SDI4	SDI1	SDI2	SDI4
1	Retak Pinggir	5	10	-	5	10	-
2	Lubang	5	10	-	5	10	-
3	Ambblas	5	10	-	5	10	95
4	Retak Buaya	5	10	-	5	10	-
5	Retak Kotak-Kotak	5	10	-	5	10	-
6	Tambalan	5	10	-	5	10	-
7	Pengelupasan Butir	5	10	-	5	10	-

Sumber : Analisis 2019

Tabel 4 Analisis data visual (SDI₃) dengan metode SDI

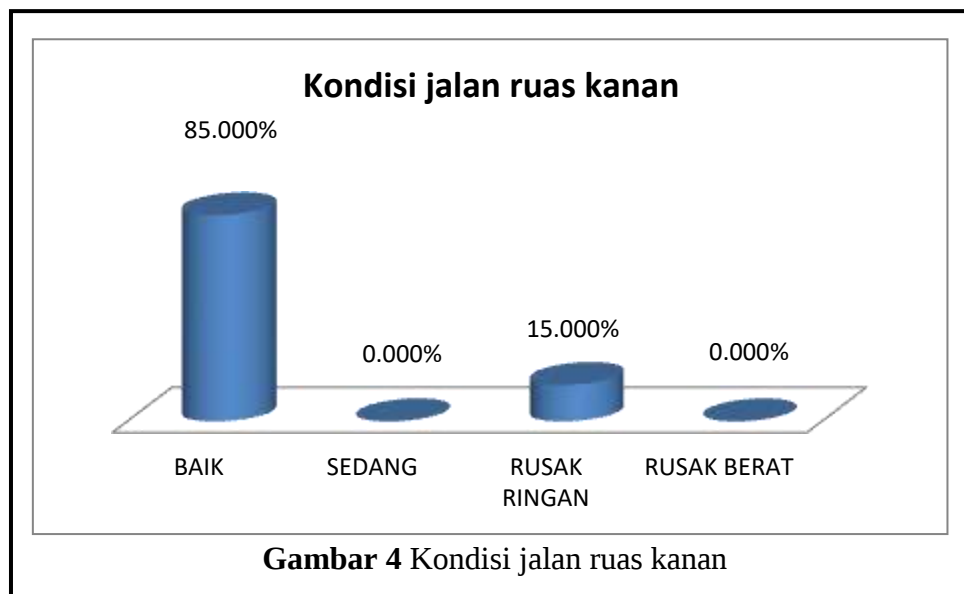
Jarak (km)	Jumlah Lubang		SDI ₃ = SDI ₂ + 75	
	RUAS KANAN	RUAS KIRI	RUAS KANAN	RUAS KIRI
1	13	22	85	85
2	12	16	85	85
3	10	10	85	85
4	16	13	85	85
Rata - Rata			85	85

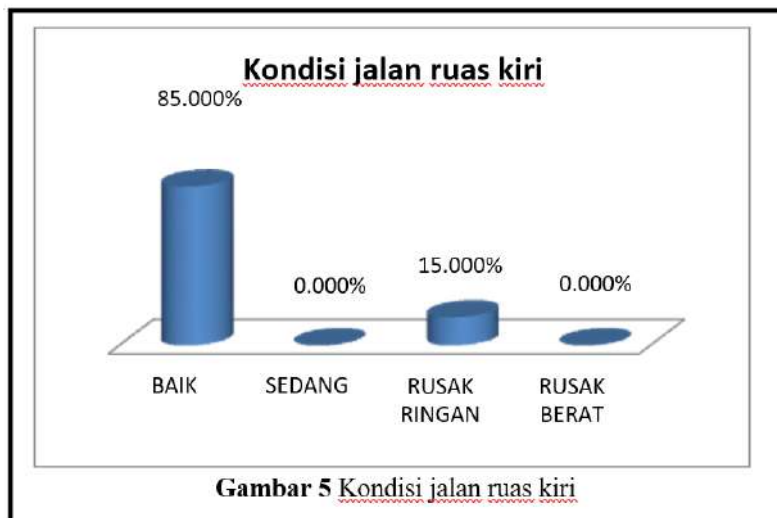
Sumber : Analisis 2019

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai SDI₁ pada jalan Padang Sarre Buntu Torpedo sampai jalan Dandang adalah 5. Dimana luas retak setiap kerusakan pada ruas kiri dan ruas kanan <10% dari luas total jalan yang dilakukan penelitian. Nilai dari SDI₂ adalah 10 karena berdasarkan lebar rata-rata retak >3 mm jadi nilai dari SDI₁ * 2. Nilai SDI₃ pada ruas kiri dan ruas kanan memiliki nilai yang sama 85 karena jumlah lubang atau jumlah kerusakan di lokasi penelitian yaitu 10 – 50 / Km. Pada ruas kanan tidak ada nilai SDI₄ karena tidak terdapat bekas roda kendaraan, sedangkan pada ruas kiri terdapat bekas roda kendaraan dengan nilai SDI₄ adalah 95, yang dimana kedalaman rutting 1 – 3 cm maka SDI₄ = SDI₃ + 5 * X, dengan nilai X yaitu 2.

C. Tingkat Kerusakan Jalan

Penentuan kondisi jalan diperoleh berdasarkan nilai SDI. Dari nilai tersebut dapat menentukan kondisi jalan yaitu kondisi baik, sedang, rusak ringan maupun rusak berat setiap jarak interval 50 meter panjang jalan, dapat dilihat pada tabel 2 presentase kerusakan jalan, Gambar 4 dan Gambar 5





D. Jenis Kerusakan di Lokasi Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh adalah berupa data-data kondisi jalan dengan cara pengumpulan data survey visual yaitu kategori kerusakan jalan, ukuran dan presentase kerusakan jalan. Adapun kerusakan yang terdapat pada lokasi penelitian yaitu retak pinggir, lubang, amblas, retak kulit buaya, retak kotak-kotak, tambalan dan pengelupasan butir. Rata-rata penyebab dari kerusakan yaitu tidak adanya drainase, beban kendaraan yang melintas melebihi dengan apa yang direncanakan, penyusutan tanah, adanya air yang tergenang di lokasitersebut.

E. Penanganan Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan memang menjadi salah satu masalah di Indonesia yang seringkali terjadi terutama dilokasi penelitian ini yaitu dijalan Padang Sarre, Buntu Torpedo sampai Dandang. Berikut adalah cara penanganan kerusakan di lokasi penelitian yaitu

1. Retak pinggir dengan cara jika bahu jalan tidak mendukung pinggir perkerasan, maka material yang buruk dibongkar dan digantikan dengan material baik yang dipadatkan, jika air menjadi faktor kerusakan, maka harus dibuatkandrainase.
2. Lubang dengan cara yaitu perbaikan permanen dilakukan dengan penambalan diseluruh kedalaman, perbaikan sementara dilakukan dengan membersihkan lubang dan mengisinya dengan campuran aspal dingin yang khusus untuktambalan.
3. Amblas dengan cara yaitu untuk area kerusakan yang besar, perbaikan dapat dilakukan dengan menambal permukaannya atau menambal pada seluruhkedalaman.
4. Retak kulit buaya dengan cara yaitu jika tingkat kerusakan ringan, pemeliharaan sementara seperti menutup dengan larutan penutup (*slurry seal*) atau penanganan permukaan yang lain. Penambalan dapat membantu sebelum perbaikan permanen dilakukan. Penutupan retakan dengan pengisi tidak begitu efektif untuk perbaikan retak kulitbuaya.
5. Retak kotak-kotak dengan cara yaitu retak dapat ditutup dengan larutan pengisi. Retak yang besar diisi dengan larutan emulsi aspal yang diikuti dengan penanganan permukaan atau larutanpengisi.
6. Tambalan dengan cara yaitu perbaikan atau penggantian tambalan diseluruh kedalaman untuk perbaikanpermanen.
7. Pengelupasan butir dengan cara penanganannya yaitu perawatan permukaan dengan menggunakan *chip vcal* atau *slurryseal*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penyajian data dan analisis yang dilakukan terhadap perhitungan dan nilai SDI yang diperoleh pada penelitian, dapat disimpulkan bahwa kondisi perkerasan jalan yang diperoleh dari keseluruhan panjang jalan yang menjadi objek penelitian sepanjang 4 km yaitu 85% baik, 0% sedang, 15% rusak ringan, 0% rusak berat. Pada penelitian yang kami lakukan kondisi perkerasan jalan pada ruas kiri dan ruas kanansama.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Tri Heriyanto. (2020). *Penyandingan Surface Distress Index (Sdi) Dan International Roughness Index (Iri) Pada Identifikasi Kerusakan Jalan. (Studi Kasus: Jalan Nasional Ruas Simpang Penawar – Gedong Aji Baru Di Tulang Bawang, Lampung, Universitas Lampung, Bandar Lampung.*
- Al-Qadi, I. L., Wu, S., Lippert, D. L., Ozer, H., Barry, M. K., & Safi, F. R. (2017). Impact Of High Recycled Mixed On Hma Overlay Crack Development Rate. *Road Materials And Pavement Design*, 18(Sup4), 311-327.
- Arianto, T., & Suprpto, M. (2018, March). Pavement Condition Assessment Using Iri From Roadroid And Surface Distress Index Method On National Road In Sumenep Regency. In *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering* (Vol. 333, No. 1, P. 012091). Iop Publishing.
- Chalid, N. I. (2016). Karakteristik Campuran Aspal Hrs-Base Menggunakan Agregat Kasar Batu Kapur Asal Tinoring. *Pena Teknik: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 1(1), 81-94
- Departemen Pekerjaan Umum (1987), Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Rsyang Engan Metode Analisa Komponen,(Skbi-2.3.26).
- Direktorat Bina Teknik. (2002). *Survei Kondisi Jalan Beraspal Di Perkotaan*. Direktorat Jendral Tata Perkotaan Dan Tata Pedesaan Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah. Jakarta
- Direktorat Pembinaan Jalan Kota. (1990). *Tata Cara Penyusunan Pemeliharaan Kota (No. 018/T/Bnkt/1990)*. Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pu. Jakarta
- Fakhri, M., & Dezfoulian, R. S. (2019). Pavement Structural Evaluation Based On Roughness And Surface Distress Survey Using Neural Network Model. *Construction And Building Materials*, 204, 768-780.
- Gupta, P. K., & Atri, P. (2018). Pavement Surface Distress Evaluation Using Pci. *Int. J. For Res. In Appl. Sci. & Eng. Technol.(Ijrasnet)*, 6(3), 2321-9653.
- Hermani, W. T., Setyawan, A. (2013). *Kondisi Kemantapan Jalan Berdasarkan Beban Lalu Lintas Dan Ketersediaan Dana Penanganan*. Jurnal Teknik Sipil Magister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret, Vol. 1, Hlm 1-6.
- Humang, W. P., & Amrin, A. (2018). Peningkatan Akses Jalan Untuk Menunjang Distribusi Hasil Produksi Kota Terpadu Mandiri (Ktm) Air Terang Kabupaten Buol. *Pena Teknik: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 1(2), 111-124.
- Karami, M. (2018). Fatigue Performance Of Buton Rock Asphalt Modified Mixtures. *International Journal Of Pavement Research And Technology*.
- Mubarak, M., & Sallam, H. (2020). The Most Effective Index For Pavement Management Of Urban Major Roads At A Network Level. *Arabian Journal For Science And Engineering*, 1-12.
- Ragnoli, A., De Blasii, M. R., & Di Benedetto, A. (2018). Pavement Distress Detection Methods: A Review. *Infrastructures*, 3(4), 58.
- Rosada, A., Arliansyah, J., & Buchari, E. (2019, April). Evaluation Pavement Deteriorating Condition On Surface Distress Index (Sdi) Data Using Radial Basis Function Neural Networks (Rbfnn). In *Journal Of Physics: Conference Series* (Vol. 1198, No. 3, P. 032008). Iop Publishing.
- Sukirman, S., (1992), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung
- Wang, H., & Wang, Z. (2019). Deterministic And Probabilistic Life-Cycle Cost Analysis Of Pavement Overlays With Different Pre-Overlay Conditions. *Road Materials And Pavement Design*, 20(1), 58-73.
- Yahya, R., Bin Aman, M. Y., Suraji, A., & Halim, A. (2019, November). Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (Pci) Dan Surface Distress Index (Sdi). In *Conference On Innovation And Application Of Science And Technology (Ciastech)* (Vol. 2, No. 1, Pp. 355-362).

Metode *Self Compacting Concrete* (Scc) Terhadap Sifat Mekanis Beton

Abd. Karim Hadi¹, Sudarman Supardi², Mukti Maruddin³, A. Alal Azhari Yusuf⁴, Rahmat Hidayat Samsuddin⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo KM 05 Makassar, Sulawesi Selatan

Email: ¹abdkarim.hadi@umi.ac.id, ²sudarman.supardi@umi.ac.id, ³mukti.mukti@umi.ac.id, ⁴alalazhari@gmail.com, ⁵rahmathidayat.samsuddin@gmail.com

Abstrak

Dalam dunia konstruksi pekerjaan beton memegang peranan sangat penting, baik pada bangunan struktural maupun non struktural. Dapat dilihat bahwa hampir setiap bangunan yang didirikan seperti perumahan, gedung bertingkat, jembatan, jalan, bendungan dan saluran irigasi serta bangunan lainnya selalu memerlukan adanya pekerjaan beton terutama pada pekerjaan konstruksi beton bertulang. Selama ini pemadatan atau vibrasi dilakukan tidak sesuai dengan prosedur dan dapat menurunkan kualitas beton. Salah satu solusi mengatasi masalah tersebut yaitu dengan penggunaan *self compacting concrete*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap *workability* beton *self compacting concrete* dan untuk mengetahui pengaruh metode *self compacting concrete* terhadap sifat mekanis beton. Penelitian dilakukan di laboratorium struktur dan bahan dengan penggunaan *superplasticizer* type sika-viscocrete 3115N sebanyak 2% dari berat semen. Pembuatan *job mix design* dibuat dengan metode SNI. Berdasarkan hasil penelitian *superplasticizer* dapat meningkatkan *workability* pada beton segar. Hasil pengujian *slump cone test* pada beton normal sebesar 8 cm, sedangkan hasil *slump flow* pada beton *self compacting concrete* sebesar 75 cm. Pada penelitian ini didapatkan nilai kuat tekan beton normal sebesar 25,096 Mpa dan nilai kuat tekan beton SCC sebesar 30,264 Mpa dari mutu rencana 25 Mpa dan nilai kuat tarik belah beton normal sebesar 2,343 Mpa atau 9,340% dari nilai kuat tekan dan nilai kuat tarik belah beton SCC sebesar 3,358 Mpa atau 11,09% dari nilai kuat tekan. Berdasarkan data yang didapatkan *self compacting concrete* memiliki *workability* dan sifat mekanis yang lebih baik.

Kata Kunci

Self Compacting Concrete,
Workability, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah

Abstract

In the world of construction, concrete work plays a very important role, both in structural and non-structural buildings. It can be seen that almost every building that is erected such as housing, high rise buildings, bridges, roads, dams and irrigation canals and other buildings always requires concrete work, especially in reinforced concrete construction work. During this time compaction or vibration is done not in accordance with procedures and can reduce the quality of concrete. One solution to overcome this problem is the use of self compacting concrete. The purpose of this study was to determine the effect of adding superplasticizer to the workability of self compacting concrete and to determine the effect of the self compacting concrete method on the mechanical properties of concrete. The research was carried out in the structure and material laboratory using 2% sika-viscocrete superplasticizer as much as 2% by weight of cement. Job mix design is made using SNI method. Based on the results of research superplasticizer can increase workability in fresh concrete. The slump cone test results on normal concrete are 8 cm, while the slump flow results on self-compacting concrete are 75 cm. In this study, the compressive strength value of normal concrete was 25.096 MPa and the compressive strength value of SCC concrete was 30.264 MPa from the quality plan of 25 MPa and the value of normal concrete split tensile strength was 2.334 MPa or 9.340% of the compressive strength and SCC concrete compressive strength value. 3.358 MPa or 11.09% of the compressive strength. Based on the data obtained, self compacting concrete has better workability and mechanical properties.

Keywords

Self Compacting Concrete,
Workability, Compressive Strength, Split Tensile Strength

1. PENDAHULUAN

Pada bidang industri khususnya konstruksi bangunan, pekerjaan pada beton menjadi peran yang sangat penting. Hampir pada semua bangunan yang didirikan seperti jembatan, jalan, gedung bertingkat, saluran irigasi, bendungan, perumahan dan bangunan lainnya dapat dikatakan selalu membutuhkan pekerjaan beton, baik itu berupa beton struktural maupun non struktural.

Di bidang pekerjaan konstruksi pada beton, biasanya vibrasi beton atau yang lebih dikenal dengan istilah pemadatan beton sering dilakukan dengan berbagai cara seperti dengan alat penggetar atau dengan menggunakan alat penusuk. Hal ini dilakukan agar beton dapat lebih mudah untuk menjangkau bagian-bagian dari tulangan yang sulit dijangkau oleh campuran beton. Selain itu dengan adanya proses pemadatan, dapat diperoleh beton yang homogen dengan kata lain tidak terdapat rongga-rongga udara di dalam beton. Tetapi dalam proses pemadatan dilakukan, terkadang cara yang dilakukan tidak sesuai dengan prosedur sehingga akan menurunkan kualitas dari beton itu sendiri.

Konsekuensi dari beton bertulang dan non bertulang yang tidak sempurna pemadatannya, diantaranya dapat menurunkan kuat tekan beton dan kekedap-airan beton sehingga mudah terjadi korosi pada tulangan. Kekuatan struktur beton yang tereduksi mengakibatkan kegagalan atau keruntuhan pada struktur (Sulaiman & Suppa, 2019) (Sulaiman et al, 2018). Salah satu solusi dalam menghadapi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan metode *Self Compacting Concrete (SCC)* atau disebut juga “beton alir” (*Flowing Concrete*) (Safarizky, 2017). *Self Compacting Concrete (SCC)* diperkenalkan pertama kali di Eropa pada akhir abad ke-20 dan merupakan konsep inovatif untuk menghasilkan beton yang dapat “mengalir” (*flowable*) namun tetap kohesif dan bermutu tinggi.

Salah satu sifat beton yang harus dimiliki adalah *workability*, beton dapat dicor dengan mudah dan cepat, tanpa perlu dipadatkan/digetarkan. Beton akan dengan mudah mengalir, bahkan melalui tulangan yang rapat tanpa mengalami segregasi ataupun bleeding (Sasanipour & Aslani, 2020). *Self Compacting Concrete (SCC)* juga mengatasi permasalahan pengecoran untuk posisi yang tinggi karena dapat dipompa dengan mudah. Selain tingkat kelecakan atau *workability* yang tinggi pada beton segar, *Self Compacting Concrete (SCC)* setelah mengeras (*hardened concrete*) juga memiliki kekuatan yang tinggi disebabkan pengurangan kadar air sehingga porositas menjadi minimum, memiliki kemampuan kedap air yang tinggi, serta deformasi susut yang rendah. Keawetan jangka panjang juga lebih baik.

Apaun tujuan penulisan adalah untuk mengetahui besar pengaruh *superplastiziser* terhadap *workability* dengan percobaan *slump test* pada beton dan juga untuk mengetahui besar pengaruh metode *Self Compacting Concrete (SCC)* terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Penelitian tentang material beton telah banyak dilakukan (Sulaiman & Fisru, 2020) dan dikembangkan, namun penelitian terkait pemadatan mandiri beton yang dibahas pada paper ini belum banyak dilakukan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton memadat mandiri (*self compacting concrete, SCC*) adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali (Budi et al, 2018). Beton ini dicampur memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan admixture *superplastiziser* untuk mencapai keenceran khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Sekali dituang ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip grafitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembesian yang Sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton (Sharifi et al, 2019).

Material/bahan pembentuk beton secara garis besar dibagi menjadi dua bahan aktif dan bahan pasif (Lee & Ludwig, 2016). Kelompok aktif yaitu semen Portland dan air, sedangkan kelompok pasif (memperbesar volume) yaitu agregat yang terbagi atas agregat kasar dan agregat halus (Revilla et al, 2020). Kelompok pasif disebut sebagai perekat atau pengikat. Bahan tambahan adalah bahan yang bukan air, agregat, maupun semen, yang ditambahkan ke dalam campuran beton sesaat atau selama pencampuran (Asteris et al, 2019). Penggunaan bahan tambahan bertujuan untuk mengubah sifat-sifat beton agar lebih cocok untuk pekerjaan tertentu. Agar lebih ekonomis atau untuk tujuan menghemat energi (Santos et al, 2019).

Jenis *superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk sika-viscocrete 3115N yang ditambahkan kedalam campuran sebanyak 2 persen dari berat semen. *Superplasticizer* ini termasuk jenis polycarboxylate copolymer yang secara khusus dikembangkan untuk produksi beton dengan kemudahan mengalir dan sifat mengalir yang lama (Omrane et al, 2017).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muslim Indonesia.

3.2 Sumber Data

Pada penelitian ini menggunakan dua sumber data yaitu data primer yakni data yang diperoleh langsung dari pengamatan di Laboratorium. dan data sekunder yakni data yang diperoleh dari *literature* yang berkaitan dengan *Self Compacting Concrete*.

3.3 Alat

Secara umum, alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang penelitian ini terdiri dari (a) Timbangan dengan kapasitas 20 kg dengan ketelitian 0,1 kg. Jenis ini digunakan untuk mengukur berat material yang jauh lebih berat dan tidak memerlukan ketelitian yang tepat (b) Timbangan Digital berkapasitas 30 kg dengan ketelitian hingga 0,001 gram. Alat ini digunakan untuk menimbang berat material yang berada dibawah kapasitasnya. (c) Satu Set saringan ASTM C33 dan Mesin Penggetar Satu set saringan ASTM masing-masing saringan no.4 (5 mm), no 8 (2,5 mm), no 16 (1,2 mm), no. (0,6mm), no 50 (0,3 mm), no 100 (0,15mm) dan pan. Dan untuk agregat kasar 1 inch (25 mm), ¾ inch (19 mm), ½ inch (12,5 mm), 3/8 inch (10mm). (d) Mesin penggetar ayakan (sieve shaker). (e) Oven dengan Temperature 150 °C, Sebelum pengukuran berat jenis agregat dilakukan sebagai langkah awal adalah agregat selama kurang lebih 24 jam pada suhu 150 ° (f) Conical Mould Corong konik dengan ukuran diameter atas 3,8 cm, diameter bawah 8,9 cm dan tinggi 7,6 cm lengkap dengan alat penumbuk. Alat ini digunakan untuk mengukur keadaan saturated Surface Dry (SSD) agregat halus. (g) L-Shape Box Test, untuk melakukan pengujian passing ability pada beton segar. (h) V-Funnel Test, untuk melakukan pengujian Segregation resistance pada beton segar. (i) Cetakan Silinder, cetakan benda uji kuat tekan & permeabilitas berupa silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. (j) Compression Strength Machine, dengan kapasitas 2000 kN digunakan untuk pengujian kuat tekan beton. (k) Gelas ukur 250 ml untuk pengujian kadar lumpur dan kandungan zat organik dalam pasir (l) Gelas ukur 100 ml untuk menakar air. (m) Ceto (n) semen (o) Ember (p) Alat tulis (q) Sekop (r) Ayakan pasir, (s) Corong kaca

3.4 Prosedur Penelitian

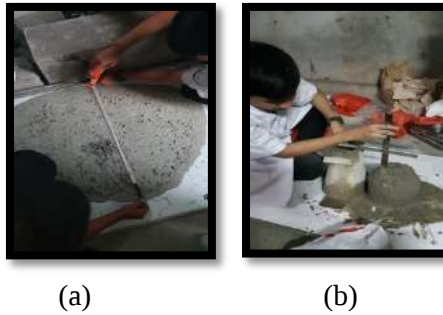
Adapun Prosedur Penelitian pengaruh metode *self compacting concrete* (SCC) terhadap sifat mekanis beton adalah sebagai berikut:

1. Tahap I
Pada tahap pertama ini dilakukan persiapan. Pada tahapan ini dilakukan pengujian terhadap agregat halus, dan agregat kasar yang meliputi analisa saringan, kadar air, berat volume, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan keausan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan tersebut.
2. Tahap II
Disebut tahapan rencana campuran & pembuatan benda uji. Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan sebagai berikut:
 - a. Perhitungan rencana campuran adukan beton (Mix Design) metode SNI (Standar Nasional Indonesia) dengan kuat tekan desain 25 Mpa.
 - b. Pembuatan adukan beton metode SNI (Standar Nasional Indonesia) dengan mengacu pada SNI 7656:2012 menggunakan bahan tambah *superplasticizer*.
 - c. Pengetesan sifat mekanis beton yaitu kuat tekan dan kuat tarik belah beton.
 - d. Pengecoran adukan beton ke dalam cetakan.
3. Tahap III
Pada tahapan ini dilakukan perawatan dan pengujian terhadap benda uji yang telah dibuat pada tahap II. Perawatan beton umur dilakukan dengan cara perendaman sampai umur 28 hari. Lalu dilakukan pengujian benda uji silinder berdimensi 15 x 30 cm untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada umur 28 hari.
4. Tahap IV
Disebut tahapan analisa data & kesimpulan. Pada tahap ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisa untuk mendapatkan suatu kesimpulan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Workability

Hasil yang diperoleh dari penelitian mengenai *workability* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Gambar 1. Pengujian *slump* menggunakan *slump cone test*.

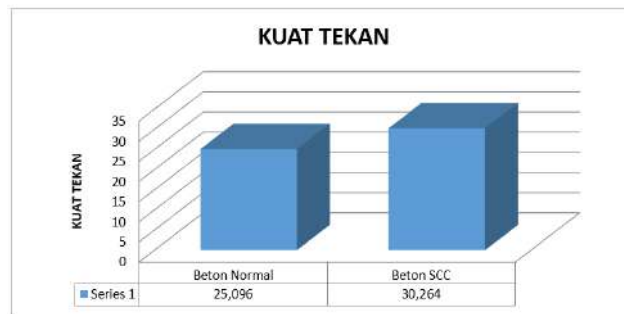
Berdasarkan gambar menunjukkan diameter *slump flow* untuk beton SCC 75 cm sedangkan untuk beton normal yaitu 8 cm. Hal ini berarti adanya pengaruh penambahan admixture superplasticizer terhadap sifat fisik beton segar dan juga perbandingan sifat kekentalan pada beton SCC yang telah ditambahkan dengan superplasticizer tipe sika-viscocrete 3115N jauh lebih encer dibandingkan dengan beton normal yang tidak diberi tambahan *superplasticizer*. Dengan kondisi beton segar SCC maka dapat memenuhi 3 sifat workability yang baik untuk mempermudah pengaplikasian beton di lokasi proyek. Baik dalam mengisi tulangan yang rapat, pengecoran yang dilakukan di tempat yang sulit dijangkau, dan juga tidak lagi menggunakan alat vibrator/pemadat beton di lapangan.

4.2 Kuat Tekan

Hasil yang diperoleh dari pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian kuat tekan pada beton SCC dan beton normal dengan masing-masing kadar *superplasticizer* 2% dan 0% selama 28 hari

Jenis Beton	Kode benda uji	Berat benda uji(kg)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
Beton Normal	BN 1 – 0%	12,140	24,065	25,096
	BN 2 – 0%	12,143	25,695	
	BN 3 – 0%	12,125	24,349	
	BN 4 – 0%	12,144	24,349	
	BN 5 – 0%	12,231	24,915	
	BN 6 – 0%	12,223	24,349	
	BN 7 – 0%	12,311	26,897	
	BN 8 – 0%	12,259	25,764	
	BN 9 – 0%	12,263	25,481	
Beton SCC	SCC 1– 2%	12,627	29,728	30,264
	SCC 2– 2%	12,452	28,878	
	SCC 3– 2%	12,289	28,309	
	SCC 4– 2%	12,787	29,728	
	SCC 5– 2%	12,500	28,313	
	SCC 6– 2%	12,719	28,611	
	SCC 7– 2%	12,444	31,710	
	SCC 8– 2%	12,698	34,258	
	SCC 9– 2%	12,650	32,843	



Gambar 2. Grafik perbandingan hasil pengujian kuat tekan pada beton SCC dan beton normal

Pembahasan:

Menunjukkan hasil penelitian uji kuat tekan beton dengan umur 28 hari beton normal dan beton SCC. Dari tabel tersebut dapat dilihat adanya perubahan besar kuat tekan pada beton baik beton SCC maupun beton normal yang diuji dengan umur 28 hari,. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat adanya perbedaan kuat tekan antara beton normal dengan beton SCC yang cukup signifikan. Di hari ke 28, beton SCC menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 30,264 MPa. Dan kuat tekan rata-rata pada beton normal yaitu sebesar 25,096 MPa. Dengan besaran kuat tekan tersebut pada beton SCC maupun beton normal, keduanya telah melewati batas minimal besaran kuat tekan pada kuat tekan rencana yaitu sebesar 25 MPa. Walaupun keduanya telah melewati batas minimal kuat tekan rencana, tetapi dapat dilihat perbedaan besaran kuat tekan pada kedua jenis beton tersebut dimana beton SCC memiliki kuat tekan rata-rata yang lebih besar dibandingkan dengan beton normal dengan jumlah selisih 5,16 Mpa.

4.3 Kuat Tarik Belah

Hasil yang diperoleh dari pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian kuat tekan pada beton SCC dan beton normal dengan masing- masing kadar *superplasticizier* 2% dan 0% selama 28 hari

Jenis Beton	Kode benda uji	Berat benda uji(kg)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat tarik belah rata-rata (MPa)
Beton Normal	BN 10– 0%	12,354	2,052	2,343
	BN 11– 0%	12,253	1,911	
	BN 12– 0%	12,362	1,982	
	BN 13– 0%	12,144	2,194	
	BN 1 – 0%	12,167	2,335	
	BN 15– 0%	12,213	2,406	
	BN 16– 0%	12,574	2,831	
	BN 17– 0%	12,365	2,760	
	BN 18– 0%	12,254	2,619	
Beton SCC	SCC 10-2%	12,662	3,114	3,358
	SCC 11-2%	12,864	4,246	
	SCC 12-2%	12,830	3,680	
	SCC 13-2%	12,642	3,326	
	SCC 14-2%	12,455	2,972	
	SCC 15-2%	12,569	3,043	
	SCC 16-2%	12,646	3,609	
	SCC 17-2%	12,594	3,397	
	SCC 18-2%	12,394	2,831	



Gambar 3. Grafik perbandingan hasil pengujian kuat Tarik belah pada beton SCC dan beton normal.

Berdasarkan tabel dan grafik diatas menunjukkan hasil penelitian uji kuat tarik belah beton dengan umur 28 hari beton normal dan beton SCC. Dari tabel tersebut dapat dilihat adanya perubahan besar tarik belah pada beton baik beton SCC maupun beton normal yang diuji dengan umur 28 hari. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat adanya perbedaan tarik belah antara beton normal dengan beton SCC pada hari ke-28, dimana tarik belah rata-rata pada beton normal sebesar 2,343 MPa sedangkan untuk beton SCC sebesar 3,358 MPa. Dengan nilai kuat tarik belah tersebut pada beton SCC maupun beton normal telah sesuai dengan persyaratan yaitu 9% - 15% dari nilai kuat tekan. Dimana nilai kuat tarik belah beton SCC sebesar 11,09% dan beton normal sebesar 9,340% dari nilai kuat tekan masing-masing.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan mengenai pengaruh metode *self compacting concrete* (SCC) terhadap sifat mekanis beton, maka diperoleh kesimpulan yaitu penggunaan admixture superplasticizer dapat memperbaiki performa campuran beton segar SCC yang ditunjukkan dari hasil uji slump cone dengan metode slump flow.

Nilai Kuat tekan pada beton normal mencapai 25,096 MPa menandakan mengalami peningkatan sebanyak 0.384 persen dari nilai kuat tekan minimum tahap perencanaan. Adapun kuat tekan beton SCC mengalami peningkatan dari tahap perencanaan sebesar 25 MPa menjadi 30,264 MPa mengalami peningkatan sebanyak 21,056 persen pada saat pelaksanaan. Nilai tersebut didapat dari hasil uji beton pada umur 28 hari. Nilai kuat tarik belah beton pada hari ke-28, pada beton SCC adalah 3,358 Mpa atau 11,09% dari nilai kuat tekan rata-rata dan beton normal sebesar 2,343 Mpa atau 9,34% dari nilai kuat tekan rata-rata.

5.2 Saran

Disadari bahwa penelitian ini jauh dari kesempurnaan, sehingga peneliti masih perlu dikaji untuk beberapa kondisi yakni ketelitian merupakan salah satu hal yang penting dalam penelitian ini, penelitian ini mengusulkan perlu adanya pemeriksaan sifat fisik dari beton SCC, agar data yang didapatkan lebih akurat. Dilakukan penelitian dengan variable variasi presentase jumlah bahan tambah. Dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode sifat fisik pada metode *self compacting concrete*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asteris, P. G., Ashrafian, A., & Rezaie-Balf, M. (2019). Prediction Of The Compressive Strength Of Self-Compacting Concrete Using Surrogate Models. *Computers And Concrete*, 24(2), 137-150.
- Budi, A. S., Sangadji, S., & Insyiroh, F. R. N. (2018). Pengaruh Ukuran Spesimen Terhadap Hubungan Tegangan Dan Regangan Pada Beton High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete. *Matriks Teknik Sipil*, 6(1).
- Korua, A. M., Dapas, S. O., & Handono, B. D. (2019). Kinerja High Strength Self Compacting Concrete Dengan Penambahan Admixture "Beton Mix" Terhadap Kuat Tarik Belah. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10).
- Le, H. T., & Ludwig, H. M. (2016). Effect Of Rice Husk Ash And Other Mineral Admixtures On Properties Of Self-Compacting High Performance Concrete. *Materials & Design*, 89, 156-166.
- Sharifi, N. P., Jewell, R. B., Duvallet, T., Oberlink, A., Robl, T., Mahboub, K. C., & Ladwig, K. J. (2019). The Utilization Of Sulfite-Rich Spray Dryer Absorber Material In Portland Cement Concrete. *Construction And Building Materials*, 213, 306-312.

- Omrane, M., Kenai, S., Kadri, E. H., & Aït-Mokhtar, A. (2017). Performance And Durability Of Self Compacting Concrete Using Recycled Concrete Aggregates And Natural Pozzolan. *Journal Of Cleaner Production*, 165, 415-430.
- Revilla-Cuesta, V., Skaf, M., Faleschini, F., Manso, J. M., & Ortega-López, V. (2020). Self-Compacting Concrete Manufactured With Recycled Concrete Aggregate: An Overview. *Journal Of Cleaner Production*, 262, 121362.
- Safarizki, H. A. (2017). Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Bata Dan Serat Fiber Pada Self Compacting Concrete (Scc). *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 3(2).
- Santos, S., Da Silva, P. R., & De Brito, J. (2019). Self-Compacting Concrete With Recycled Aggregates—A Literature Review. *Journal Of Building Engineering*, 22, 349-371.
- Sasanipour, H., & Aslani, F. (2020). Durability Properties Evaluation Of Self-Compacting Concrete Prepared With Waste Fine And Coarse Recycled Concrete Aggregates. *Construction And Building Materials*, 236, 117540.
- Sulaiman, L., & Fisu, A. A. (2020). Pengaruh Campuran Terhadap Kuat Tekan Beton Agregat Recycle. *Rekayasa Sipil*, 14(1).
- Sulaiman, L., Sedek, M., Maing, S., & Fisu, A. A. (2018, December). Studi Kuat Tekan Beton Recycle Agregat Dengan Campuran Air Laut. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (Snp2m)*.
- Sulaiman, L., & Suppa, R. (2019). Studi Kuat Tekan Beton Recycle Agregat Terhadap Lingkungan Air Laut. *Pena Teknik: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 4(1), 1-9.

Planning Concept of Lalebbata: Combining Heritage, Policy and Participation

Liza Utami Marzaman¹, Zulham Hafid², Amiruddin Akbar Fisuh³, Nurhijrah⁴

¹RISE Program, Makassar, Indonesia

²Palopo Urban Forum, Palopo, Indonesia

^{3,4}Engineering Departement, Universitas Andi Djemma, Palopo Indonesia

Email: ¹icamarz@gmail.com, ²myzulham@gmail.com, ³amiruddinakbarfisu07@gmail.com, ⁴nurhijrah.rie@gmail.com

Abstract

Palopo City is a member of the Indonesian Heritage City Network (JKPI) and has been directed by the government as a Heritage City. Lalebbata is an important space in the history of Palopo City. In this area, the pulse of the economy, socio-culture and religiosity of the Palopo people begins. The intertwining of these three aspects is symbolized by the existence of the market – as the center of crowds, the Kedatuan Palace of Luwu and the Old Mosque of Palopo City. Lalebbata as one of the historical areas needs efforts to be structured as an effort to revive activities in this area as well as an effort to protect, including controlling the development of the area so as not to lose its historical identity. The Regional Regulation of the City of Palopo on Cultural Heritage mandates that the spatial pattern of the Cultural Conservation Area is stipulated in the Batupasi Sub-District. The management plan for this cultural heritage area includes the revitalization of cultural heritage, as well as the preservation and maintenance of historical buildings as well as being directed as a Trade and Service Allocation Area, particularly as a shopping center and public open space. This paper aims to produce a planning concept and arrangement of the Lalebbata Area in Batupasi as a Center of Heritage as well as a public space in Palopo City. The method used is a participatory approach to the residents living around the site, to explore potential and problems, as well as to review policies related to planning and arrangement that will be carried out. The result of this paper is the area planning concept by dividing the area into several functions such as commercial space, public and pedestrian space, green area/parks/sculpture, plaza, exhibition space and museum.

Keywords

Lalebbata; Palopo; public space; heritage.

1. INTRODUCTION

Urban development in Indonesia has diverse backgrounds and is the result of an ongoing process. In addition, cities are also a manifestation of different events in each period, as well as the economic, socio-cultural and environmental situation (Lopez, Marcela., Kuc, 2010). For this reason, city management should recognize this diversity. City heritage not only contributes to the uniqueness of the city form or identity, but is also encouraged to have a functional role (Luleva, 2015). City planning is an instrument to maintain the form and at the same time maintain the function of the urban heritage (Ramos, 2018). Management of heritage areas is an effort to preserve urban heritage that is integrated with urban development. The problems studied are based on the condition of our heritage area which is deteriorating in quality both environmentally, socially, culturally and economically. Heritage cities in Indonesia are experiencing systematic destruction due to the indifference of city administrators to the preservation of urban heritage. If this condition is left unchecked, this heritage area will lead to unsustainability. In order to prevent a decline in the environmental quality of the heritage area, conservation efforts are needed so that the sustainability of the heritage area is guaranteed (Chung, 2009).

Palopo City is a member of the Indonesian Heritage City Network (JKPI) and has been directed by the government as a Heritage City. The historical journey of Palopo City is closely related to the development of Islam in the Land of Luwu. The initial concept of spatial planning for Palopo City was an acculturation of the Bugis Luwu tradition with Islamic identity. After the arrival of the Dutch, Palopo City was again experiencing harmony with the wealth of colonial architecture found in a number of buildings. Apart from the uniqueness in spatial layout, cultural wealth is also seen in various local traditions such as traditional dances, the story of Lagaligo to the culinary richness of Palopo City. The diversity of the cultural typology of

Palopo City proves that the potential for local wisdom can be the basis for the realization of the Palopo Heritage City, as well as a forerunner to the World Heritage City in supporting sustainable city development.

Lalebbata is an important space in the history of Palopo City. In this area, the pulse of the economy, socio-culture and religiosity of the Palopo people begins. The intertwining of these three aspects is symbolized by the existence of the old market - as the center of the crowd, the Kedatuan Palace of Luwu and the Old Jami Masjid in Palopo City. The spatial significance of this area now remains at the socio-cultural and religious level alone. The economic pulse is getting weaker day by day. Batupasi which is part of the Lalebbata Area, has decreased the vitality of the area. The policy of relocating a new economic center to the Central Market brings with it the hope of local residents for a better economic life. Lalebbata as one of the historical areas needs efforts to be structured as an effort to revive activities in this area as well as as an effort to protect, including controlling the development of the area so as not to lose its historical identity.

Palopo City Regional Regulation Number 9 of 2012 article 37 mandates the spatial pattern planning of the Cultural Heritage Area stipulated in the Batupasi Sub-District. The management plan for this cultural heritage area includes the revitalization of cultural heritage, as well as the preservation and maintenance of historical buildings. In article 47, the Batupasi Sub-District is also directed as a Trade and Service Allocation Area, particularly as a shopping center. Article 58 Batupasi is also designated as an area designated for meetings, exhibitions and socio-culture. This Overlaying shows that the space in the Kelurahan Batupasi is indeed directed to be used as an attractive and strategic area, both economically-business and socio-culture. This study aims to identify important aspects related to spatial planning, the potential and problems that exist in Lalebbata Area to formulate the concept of its planning and development as a heritage area.

The purpose of this research is to produce a concept of arrangement and planning of the Lalebbata area as a heritage area in Palopo City, which is appropriate or not against the direction of the Palopo City regional government policy and the needs of the people living in the area. In addition, it is hoped that this concept can be an input for the government in order to revive the Lalebbata Area which has a long history as well as being part of the Heritage City. This article was previously published in *Jurnal Arsitektur Zonasi* Vol 4 Issue 1 in the Indonesian version.

2. RESEARCH METHOD

The Lalebbata area planning concept is based on analysis and review, both macro review, area review and policy review. Data collection was carried out with a participatory approach to the people who live and do business around the location. This participatory approach is carried out in the participatory mapping process, identification of potentials and problems, to an inclusive planning process. This approach prioritizes residents' understanding of the problems and potential they have, so that the community should be given the confidence in solving problems and utilizing existing potentials starting from problem identification; assess and formulate problems, both physical, social, economic, cultural and environmental health, to the development of visions and aspirations, and then prioritize, intervene, plan, manage, monitor, and even in terms of choosing the technology they deem most appropriate to be applied (Fisu & Marzaman, 2018).

Participatory planning starts from the belief that the success of development programs is determined by the commitment of all stakeholders and this commitment is obtained by the extent to which they are involved in the program planning process (Sari, 2016).

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Macro Overview

Lalebbata is an important space in the history of Palopo City. In this area, the pulse of the economy, socio-culture and religiosity of the Palopo people begins. The interwoven of these three aspects is symbolized by the existence of the old market, the Kedatuan Palace of Luwu and the Old Jami Masjid of Palopo City. The spatial significance of this area now remains at the socio-cultural and religious level alone. The economic pulse is getting weaker day by day. The vitality of the area has decreased. The policy of relocating a new economic center to the Central Market brought with them the hope of the people of Batupasi for a better economic life. Lalebbata as one of the historical areas needs efforts to be structured as an effort to revive activities in this area as well as as an effort to protect, including controlling the development of the area so as not to lose its historical identity.

In macro terms, Lalebbata area is in the Palopo urban area, located in the Batupasi Sub-District. This area is integrated with the administrative center of Palopo City through the main road network, and is also connected to the business and trade center of Palopo City.

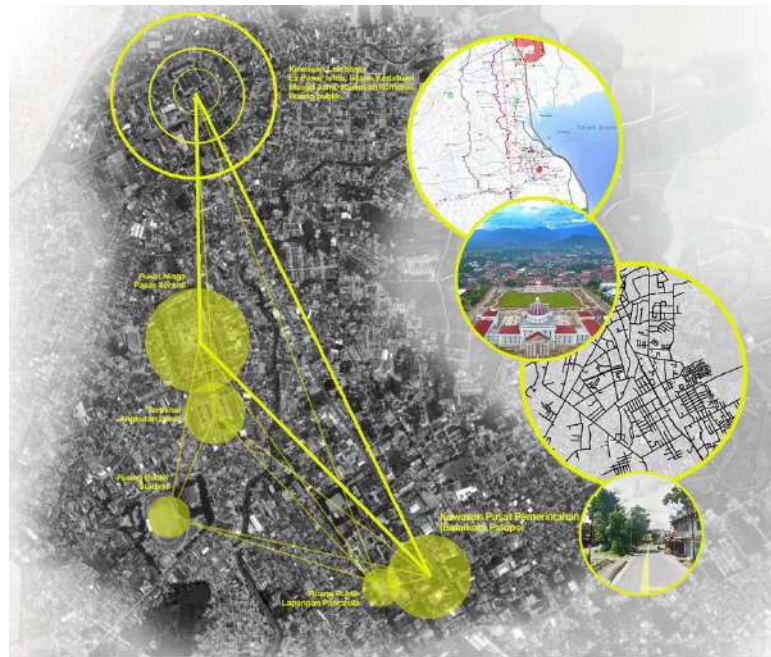


Figure 1. The interaction of the Lalebata area with the Government Center, the Economic Center and public spaces.

3.2. Area Overview

Lalebbata is indeed the entry point in managing the heritage of Palopo City. This is due to the intense concentration of cultural heritage buildings in this area. The character of the landform is a colonial urban landscape in the middle of a growing modern urban settlement. This is also a challenge, because some of the buildings that are currently growing, such as the Platinum Hotel with its modern minimalist design, do not seem to be in tune with the pre-existing sense of place, such as the artdeco style displayed at the Luwu Palace and traditional architectural styles, as in the design of the Old Jami Mosque and Luwu traditional houses.

This area is crossed by several main roads, including Andi Djemma street which is a continuation of Jendral Sudirman street (Protocol Street in Palopo City), besides that there is Ahmad Yani street which also passed the Kedatuan Luwu Palace. Both of these roads have high mobility for the urban area of Palopo City. The people and vehicles crossing these roads have varied travel motivations. In addition, there is also Landau street, which is also quite busy in this area. Apart from the Kedatuan Luwu Palace, in this area there are various places with different functions and activities. Around the ex Old Market site, there are many buildings that function as shop houses (ruko) owned by residents, including coffee shops, workshops, equipment shops, laundry, food stalls, and others. Apart from that, there are also primary schools, a place of worship, namely the Jami' Tua Mosque. The rest are community-owned buildings that function as settlements or houses. With so many activities in this area, there is also interaction between these activities. The highest intensity is the interaction between settlement activities and religious activities, namely the Jami' Tua Mosque. The religious character of the people of Palopo City makes the activities at Jami' Mosque never empty when it is prayer time. The people who are active are not only those who live in this area, but also those who live outside this area. In addition, there is also an interaction between settlements and schools, as well as with the shop house area.

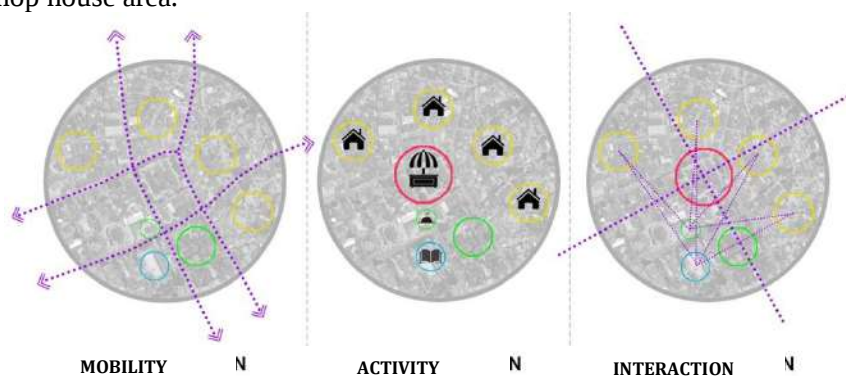


Figure 2: Illustration of Mobility, Activities and Interaction of Traffic Areas

3.3. Policy Review

The government's policy by implementing the Heritage City Structuring and Conservation Program (P3KP) is an effort of the Directorate General of Spatial Planning in collaboration with the Indonesian Heritage Conservation Agency (BPPI) to oversee the implementation of Law number 26 of 2007 concerning Spatial Planning in protecting Heritage Cities spread across Indonesia. Initiation of cooperation in the Indonesian Heritage City Network (JKPI), there are 47 districts / cities designated as members of the Heritage City. A number of JKPI members will receive great attention with strategic efforts through the socio-spatial urban entity approach to assist in urban spatial planning based on heritage diversity management. Palopo City, South Sulawesi Province, is one of the JKPI members and has been directed by the government as a Heritage City (Ditjen PU: 2012). The historical journey of Palopo City is closely related to the development of Islam in the Land of Luwu.

The Regional Regulation (Perda) of Palopo City Number 9 of 2012 Article 37 mandates that the planning of the Cultural Conservation Area spatial pattern is stipulated in the Batupasi Sub-District. The management plan for this cultural heritage area includes the revitalization of cultural heritage, as well as the preservation and maintenance of historical buildings. In article 47, the Batupasi Sub-District is also directed as a Trade and Service Allocation Area, particularly as a shopping center. Article 58 Limitation is also designated as an area designated for meetings, exhibition and socio-culture. Meanwhile, seen from the spatial structure, limit entry as a center for residential neighborhoods (I-IV / C / 1) in Wara Utara District. This overlaying shows that the space in Batupasi Sub-District is indeed directed to be used as an attractive and strategic area, both economically-business and socio-culture.

The Palopo City Government in planning the Lalebbata area has also ratified the Mayor Regulation (Perwal) Number 62 of 2016 concerning the Building and Environmental Planning Plan (RTBL) of the Palopo City Commercial Center Area. In this RTBL, Batupasi Sub-District are delineated to 3 of the 8 planned blocks, namely: (a) Block A is the center of the Lalebbata government, with an area framework in the Andi Djemma corridor; (b) Block B is a mix use area with an area framework in the Andi Djemma corridor, Landau and Poros-Masamba Road; and (c) Block C is a traditional settlement and settlement with an area framework in the Landau, Opu To Sappaile and Haji Hasan corridors.

Meanwhile, in the framework of protecting and managing cultural heritage in the Batupasi area and Palopo City in general, the Mayor of Palopo has also passed Regional Regulation (Perda) Number 8 of 2014 concerning the Preservation and Management of the Cultural Heritage of Palopo City. The three buildings of cultural heritage according to the above regulation in the Lalebbata area are the Old Jami Mosque, the Kedatuan Luwu Palace, and the Post and Giro Offices.

The Palopo City Mid-term Development Plan (RPJMD) also states that the Palopo City spatial structure plan is directed at developing pedestrian networks and structuring pedestrian paths as well as providing 20.41% public green open space (RTH). Apart from that, Batupasi Sub-District is also directed as a strategic city area (KSK) which is called the Luwu Umbrella Tower area which is integrated with a culinary center and souvenirs covering an area of 1 ha. This is also integrated with the historic KSK of the Kedatuan Luwu Palace and the 2 ha Jami' Tua Mosque in Ammasangan Sub-District which is also directed as a Cultural Tourism Allocation Area. In the RPJMD it is also stated that the Batupasi Sub-District is directed and developed as an artificial tourism area, namely a culinary tourism development plan. In the Non-Green Open Space (RTNH) area, a plaza is planned as a place for mass gathering (assembly point) with various types of activities such as socialization, sitting, mass activities, etc., as well as being designated as a Meeting, Exhibition and Social-Cultural Designation Area. The spatial structure plan is carried out through the strategy of distributing city-scale service centers by controlling the intensity of horizontal space utilization in the downtown area. Strategies to increase urban competitiveness through innovation programs with local wisdom, one of which is by revitalizing historic areas with the realization of heritage city development by utilizing technology and paying attention to public spaces.

3.4. Analysis and Planning Concepts

Before analyzing and identifying the needs of residents' facilities and integrating them with the concept of a heritage area, a participatory mapping of the problem is carried out with residents living around the Lalebbata area. This activity aims to identify problems faced by the people of Batupasi related to social, cultural, economic and the area they inhabit. In this session, residents were invited to discuss problems and constraints faced in realizing an integrated heritage area. These problems are then written down and mapped to find the root cause of the problem. In addition, the impacts of this problem were also identified.

Furthermore, residents were invited to show the location of the problems previously mentioned on the map of the Batupasi area. In addition, residents are also invited to show other elements from important maps such as main roads to alleys, buildings or historical places, including public facilities such as markets, parks, schools, transportation routes, places of worship, locations of workplaces, health facilities and so on, as well as to show places that they thought were fun, cool, calm and had good views. This activity uses the map as the main tool.

Table 1: Identification of problems using participatory methods

No.	Root Problem	Problem	Impact
1	Relocation of the center of economic activity to the Palopo Central Market / Commercial Center to Dangerakko-Amassangan	Business-economic activities in the region are experiencing a slump.	Many residents moved their domicile and moved their businesses to Dangerakko-Amassangan
2	There is no place for children to play and meeting place for the elderly	Children play on the streets, residents interact on the side of the road	Endangers the health and safety of children and elderly residents
3	Changes in traffic management policies by the City Government of Palopo	There are no public transport routes that cross Batupasi anymore	The mobility of the population is not served by mass transportation / public transportation
4	Visits of people to this area are not as busy as they used to be	The culinary business of residents is not developing	Decreasing quality of life and welfare of residents
5	There are no special support facilities for elderly residents	Many elderly residents need sports facilities and citizen interaction spaces	Decrease in the quality of life of the elderly
6	The absence of regional markers related to Luwu culture and the history of Palopo	Loss of identity and historical value of Lalebbata area	Lack of appreciation for history and loss of the cultural character of Luwu

The discussions that emerged during the participatory mapping process can be categorized into 6 main topics, including: public open spaces; mobility and walkability; history, art and culture; sports, health and tourism; access to women, children and the elderly; business and economy. The topics above are analyzed in relation to the objectives to be achieved. From here, this report issues program / activity directions that can be guided in relation to the development of the area. Heritage architecture is one of the most important elements of cultural markers of a social identity. This is like a kind of living genealogy around us with a very strong cultural psychological impact in a generation, and is able to indirectly encourage the character building process for its humans (Oskam & Karijmedjo, 2015).

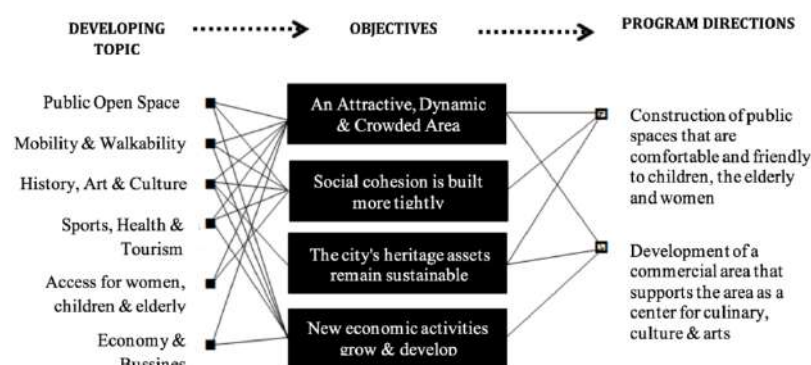


Figure 3: Direction for development of the Lalebbata Area

At this site, a public space that is able to accommodate various activities will be planned, including a plaza as an entry point for planning to be carried out, a pedestrian route, a culinary center, and a souvenir center. The dominant activities carried out by the community in public spaces are restorative activities such as gathering, eating, taking a walk, etc (Nurhijrah & Kusuma, 2014). Every public space has the meaning of a location that is designed to the minimum extent, has great access to the surrounding environment, a meeting place for people / users of public space and the behavior of people who use public spaces to each other according to local norms (Nóbrega, Maria de Lourdes Carneiro da Cunha., Duarte, 2010). The plaza is planned to be able to accommodate various activities. Besides being able to function as a public open space, it can also function as a town square.



Figure 4: Illustration of the Planned Lalebbata Area Site

For commercial functions, this site is planned as a culinary and souvenir shop for Palopo City. At this time, there is no special area as a culinary center and souvenirs. The facilities provided can be of various kinds such as shop plots or permanent restaurants or just cart booths for street food so that visitors can choose the preferred alternative. In addition, pedestrian facilities are also provided to make it easier for visitors to do their activities comfortably. From the results of the participatory design that has been carried out, it can be concluded that several elements of open space are needed by the community. Broadly speaking, the needs for open space elements can be grouped into three main needs, namely: an open garden equipped with attractive furniture, historical and cultural tours of the city of Palopo, and a culinary center and souvenirs. The three activities will then be elaborated in this area.

The main building is in the form of two commercial buildings, between which a long plaza / mall is planned which can be used as an outdoor restaurant or cafe. In addition, this plaza can also be used for certain events such as mini concerts, product launch events, and other events. Each building on the inside also has a corridor which is planned as an indoor commercial area. Around the main building, a pedestrian way and public spaces are planned for various activities, such as historical walk tour and pedicab/becak tour. On the outside, there are shophouses and shops owned by residents that support activities in this area.

Based on the results of the making place workshop which has been carried out with the people of Batupasi Sub-District, a commercial area is needed that can be used by the community as a stall or a place to sell for their economic needs. As a tropical area, it is necessary to consider indoor areas to accommodate activities during the day. The main building is planned to accommodate these activities, both shopping and culinary activities. Each building provides plots of space that can be rented out as a cafe, restaurant, clothing or souvenir shop, and so on. Social Value, heritage buildings are able to provide bonds in a community and create landmark elements of a place. Historical value, heritage buildings are able to provide massive evidence of a human civilization(Wahab, Mohdhamdan, Lop, & Kamar, 2016). Symbolic value, heritage buildings are able to represent the social status of certain communities. Authentic Value, the original form of the interior and exterior of the heritage building represents a uniqueness (Kamel-Ahmed, 2015).

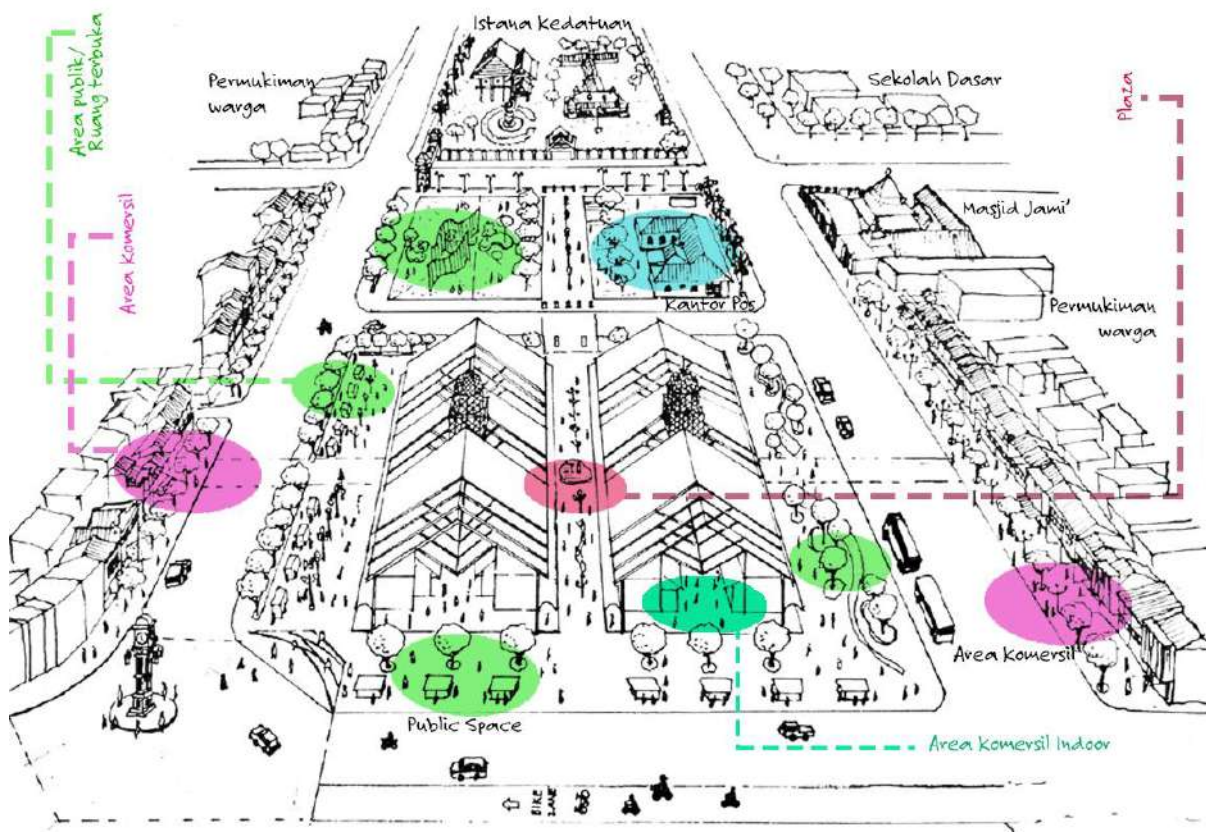


Figure 5: Illustration of the Zoning of Lalebbata Area Site

Every building in a city is a man made space, which depends on the work of the architect and the space and time that surrounds it. Heritage architecture in a city is also a testimony to display materials, including the technology and construction style applied (Bal'zannikova, 2014) and Every city, with all its structural changes, directly represents the evolutionary image of its inhabitants (Di Pietro Martinelli, Martelli, & Scannagatta, 2016). Along Landau street, the former Old Market building will be revitalized, made visually more attractive and retained its function as a commercial building. In addition, public spaces and parking areas are also planned to accommodate visitors who come. On the other hand, colonial buildings owned by residents can also be renovated as commercial buildings so that they can support planned commercial activities. The functions of these buildings can be directed as cafes, restaurants, souvenirs and gift shops, to guesthouses or inns. In addition, supporting facilities such as outdoor seatings and gazebos are provided as well as pedestrian paths equipped with street lighting so that visitors are more comfortable in their activities.



Figure 6: Illustration of Landau Street Development Concept

Similar to the Landau street section, on Andi Djemma street, the ex-Old Market building was also revitalized, made more visually attractive and retained its function as a commercial building. In addition, public spaces and parking areas are also planned to accommodate visitors who come. The existing residential shophouses can also support the area's functions, including *Pantilang* coffee shop, *Kalindoro* coffee shop, several shops and workshops. Some shophouses that are no longer in operation can be renovated and reused as other commercial buildings. In addition to providing pedestrians and green space, there are also plots for street vendors that residents can use to sell and offer services.

4. CONCLUSIONS

The concept of structuring and planning the Lalebbata area as a heritage area is obtained from various reviews, be it an urban-scale macro review, a review of the Lalebbata area, to a review of regional government policies in Palopo City. In addition, the mapping process, identification of potentials and problems, and planning processes are carried out with a participatory approach and try to accommodate all the needs of the people who live and operate around the site.

The resulting concept is a planning concept that utilizes old buildings belonging to residents around the location and capitalizes the existence of 3 cultural heritage buildings, namely the Old Jami Mosque, the Post office building and the Kedatuan Luwu palace that are on site as monuments and museums. As for the construction of new buildings, it cannot be separated from the conception of a heritage area and Palopo as a heritage city. This plan is expected to be a recommendation to the government to organize and revive the Lalebbata Area which has a long history of Luwu Land and Palopo City in particular.

5. REFERENCES

- Bal'zannikova, E. M. (2014). Preserving urban objects of historicaland architectural heritage. *Vestnik MGSU*. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2014.1.15-24>
- Chung, T. (2009). Valuing Heritage in Macau: On Contexts and Processes of Urban Conservation Introduction: The Multiplicity of Values in Heritage. *Journal of Current Chinese Affairs*.
- Di Pietro Martinelli, P., Martelli, L., & Scannagatta, M. (2016). Edutainment, cultural innovation and social inclusion. Fort360, a project for cultural heritage enhancement. *DISEGNARECON*.
- Fisu, A. A., & Marzaman, L. U. (2018). PEMETAAN PARTISIPATIF KAMPUNG PESISIR KELURAHAN TALLO KOTA MAKASSAR. *To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat*. <https://doi.org/10.35914/tomaega.v1i1.70>
- Kamel-Ahmed, E. (2015). What to conserve?: Heritage, memory, and management of meanings. *Archnet-IJAR*. <https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v9i1.469>
- Lopez, Marcela., Kuc, M. (2010). MEDELLIN: "EL HUECO" AS A PUBLIC SPACE. *Gestión y Ambiente*, 12(1).
- Luleva, A. (2015). Living with the world heritage. An ethnographic study of the ancient city of Nessebar, Bulgaria. *Glasnik Etnografskog InstitutaBulletin de l'Institut Etnographique*. <https://doi.org/10.2298/gei15010191>
- Nóbrega, Maria de Lourdes Carneiro da Cunha., Duarte, C. (2010). Publicity and identity in the public space

- architecture. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 1(2), 223–234.
- Nurhijrah, & Kusuma, H. E. (2014). Koresponden antara Pilihan Ruang Publik dengan Kegiatan Pengunjungnya di Kota Makassar. In *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI 2014* (pp. B29–B34). Retrieved from <https://temuilmiah.iplbi.or.id/koresponden-antara-pilihan-ruang-publik-dengan-kegiatan-pengunjungnya-di-kota-makassar/>
- Oskam, J., & Karijomedjo, G. (2015). Tourism in Tomorrow's World, 23-24 February 2014, Renaissance City Center Hotel Doha, Qatar. In *Journal of Tourism Futures*. <https://doi.org/10.1108/JTF-12-2014-0024>
- Ramos, I. R. (2018). Urban corridors periferico sur and insurgentes sur and its impact on Mexico city cultural built heritage (1980-2018). *Revista de Urbanismo*. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2018.50022>
- Sari, I. P. (2016). Implementasi Pembangunan Partisipatif (Studi Kasus Di Kelurahan Andowia Kabupaten Konawe Utara). *Jurnal Ekonomi (JE)*.
- Wahab, L. A., Mohdhamdan, N. A., Lop, N. S., & Kamar, I. F. M. (2016). Adaptive Re-Use Principles in Historic Hotel Buildings in Melaka and George Town. In *MATEC Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20166600030>

INDEXED BY:



ISSN

INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INDONESIA

Engineering Faculty, Universitas Andi Djemma, Jl. Tandipau No. 5 Palopo
Email: penateknik@unanda.ac.id | penateknik.unanda@gmail.com
p-ISSN : 2502-8952 | e-ISSN : 2623-2197



9 772502 895002