

Penambahan Ruang Terbuka Hijau Publik Optimal di Kota Banda Aceh Berdasarkan Minimasi Anggaran

Saryulis Saryulis, dan Cahyono Susetyo
 Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: csusetyo@gmail.com

Abstrak—Penyediaan ruang terbuka hijau publik merupakan salah satu komponen penting dalam upaya mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Kondisi penyediaan ruang terbuka hijau publik di Kota Banda Aceh per tahun 2020, baru mencapai 14,31% dari ketentuan minimum 20,00% dari luas wilayah sebagaimana diatur dalam Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Upaya penambahan/penyediaan ruang terbuka hijau publik seringkali terkendala masalah alokasi anggaran untuk pengadaan lahan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan model penambahan ruang terbuka hijau publik optimal di Kota Banda Aceh berdasarkan minimasi anggaran. Tujuan penelitian dicapai dengan mengidentifikasi ketersediaan lahan dan kebutuhan penambahan ruang terbuka hijau publik, selanjutnya dirumuskan model penambahan ruang terbuka hijau publik menggunakan metode *linear programming*. Hasil penelitian menunjukkan upaya pengadaan lahan untuk penambahan ruang terbuka hijau publik optimal di Kota Banda Aceh membutuhkan anggaran sebesar Rp. 1.767.747.119.132 dengan luas penambahan lahan seluas 3.293.404 m².

Kata Kunci— *Ruang Terbuka Hijau Publik, Optimasi, Minimasi Anggaran*

I. PENDAHULUAN

RUANG terbuka hijau (RTH) merupakan salah satu bagian penting sistem perkotaan. Secara umum, keberadaan ruang terbuka hijau pada kawasan perkotaan memiliki tujuan untuk menjaga keserasian dan keseimbangan ekosistem lingkungan perkotaan, mewujudkan keseimbangan antara lingkungan alam dan lingkungan buatan serta meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan yang sehat, indah dan nyaman [1]. Ruang terbuka hijau penting sebagai upaya menyediakan layanan psikologis sosial, kelangsungan hidup kota dan kesejahteraan kaum urban [2].

Penyediaan ruang terbuka hijau (RTH) dalam Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang diatur dengan ketentuan minimum 30% dari luas wilayah. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan kemudian menjabarkan proporsi 30% dari luas wilayah sebagai RTH publik paling sedikit 20% dan RTH privat sebesar 10%.

Kota Banda Aceh memiliki kondisi eksisting ruang terbuka hijau sebesar 24,31% dari luas wilayah. Luas RTH yang bersifat publik adalah sebesar 14,31% [3], dan untuk luas RTH yang bersifat privat mencapai 10% [4]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk penyediaan ruang terbuka hijau di Kota Banda Aceh, sesuai amanat dari Undang-Undang No.



Gambar 1. Deliniasi/peta wilayah penelitian.

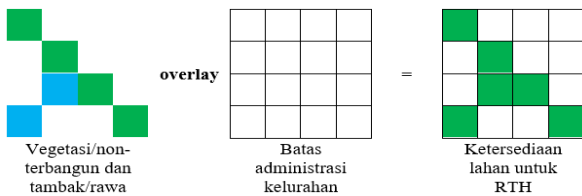
Tabel 1.
 Data dan sumber data yang digunakan

Data	Sumber Data
Jumlah penduduk Kota Banda Aceh	Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) Kota Banda Aceh
Peta RTH eksisting Kota Banda Aceh	Dinas Lingkungan Hidup Keindahan dan Kebersihan Kota (DLHK3) Banda Aceh
Peta penggunaan lahan Kota Banda Aceh	Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kota Banda Aceh
	Peta RBI
	<i>Digitizing on screen</i>
Nilai Jual Objek Pajak (NJOP) Tertinggi	Badan Pengawas dan Pengelolaan Keuangan Kota Banda Aceh
Jumlah kendaraan Kota Banda Aceh	Dinas Perhubungan Kota Banda Aceh

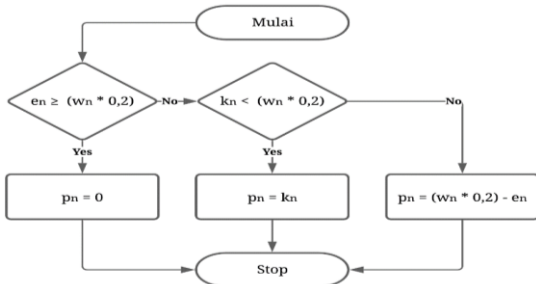
26 Tahun 2007 dan Permen PU No. 5 Tahun 2008 luas ruang terbuka hijau (RTH) publik masih belum terpenuhi. Oleh karena dibutuhkan penambahan luas ruang terbuka hijau publik.

Pemerintah Kota Banda Aceh berkomitmen untuk menambah luas ruang terbuka hijau. Namun, langkah penyediaan/penambahan luas lahan ruang terbuka hijau di Kota Banda Aceh masih terkendala masalah keterbatasan alokasi anggaran [5]. Meski demikian, Pemerintah Kota Banda Aceh tetap mengupayakan perencanaan pendanaan untuk penambahan luas lahan ruang terbuka hijau [4].

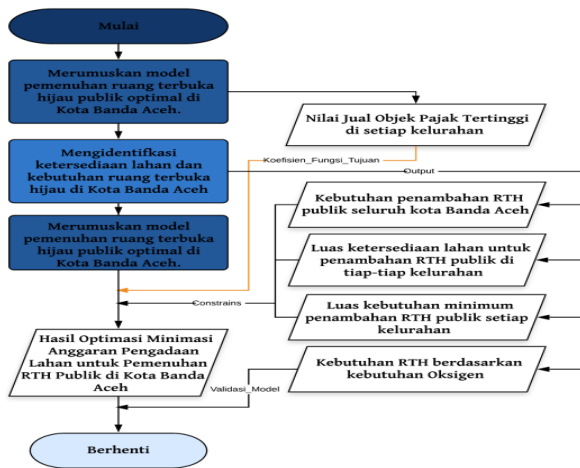
Terdapat beberapa penelitian yang sudah dilakukan terkait upaya penambahan luas RTH publik di Kota Banda Aceh. Fadhila, Murtalaksono, dan Munibah melalui membahas arahan penambahan RTH publik atas dasar kebutuhan luas RTH berdasarkan jumlah penduduk dan administrasi wilayah [6]. Akan tetapi, masih belum ada penelitian yang mengangkat masalah berapa biaya/anggaran yang dibutuhkan agar penambahan luas RTH publik dapat dilakukan dengan optimal. Berdasarkan data dan fakta di atas, dibutuhkan



Gambar 2. Ilustrasi teknik analisis *vector overlay*.



Gambar 3. Metode penentuan kebutuhan penambahan RTH publik di setiap kelurahan.



Gambar 4. Kerangka penelitian.

penelitian terkait upaya penambahan RTH publik yang optimal dengan biaya/anggaran yang dikeluarkan minimum.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Wilayah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Banda Aceh, meliputi 9 kecamatan dan 90 kelurahan/desa. Deliniasi/ peta wilayah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

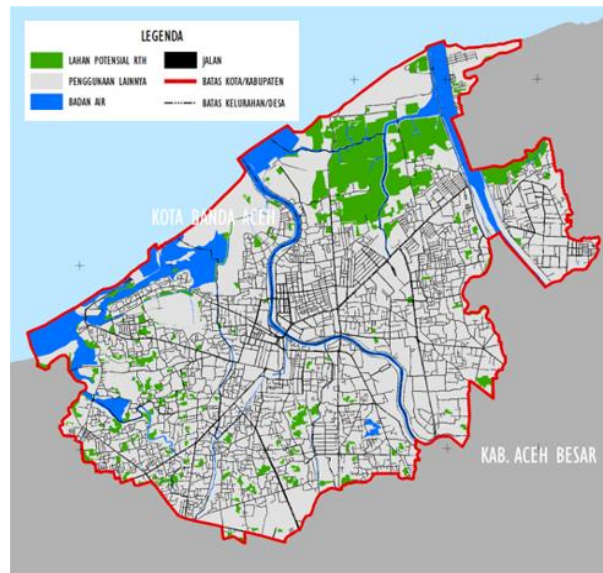
B. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan untuk penelitian terdiri dari survei sekunder. Pada Tabel 1 adalah data dan sumber sumber yang digunakan.

C. Metode Analisis

1) Mengidentifikasi ketersediaan lahan untuk penambahan ruang terbuka hijau publik.

Analisis ketersediaan lahan untuk penambahan RTH publik dilakukan menggunakan teknik *vector overlay* dengan bantuan perangkat lunak *ArcGIS 10.3*. Kriteria lahan yang diidentifikasi terdiri dari lahan berupa vegetasi/non-terbangun dengan luas ≥ 5.000 m², kemudian lahan tambak/rawa. Pemilihan tersebut dilakukan atas asumsi lahan



Gambar 5. Peta ketersediaan lahan untuk penambahan RTH publik.



Gambar 6. Perbandingan kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Banda Aceh.

tersebut merupakan lahan privat yang berpotensi untuk dijadikan RTH. Pada Gambar 2 ilustrasi analisis *vector overlay*.

Secara matematis, ketersediaan lahan untuk penambahan RTH publik dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Sigma k = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n$$

Keterangan:

Σk : Total ketersediaan lahan seluruh kelurahan (m²)

k : Luas ketersediaan lahan untuk alokasi penambahan RTH publik setiap kelurahan (m²)

n : Kelurahan ke -n di Kota Banda Aceh

Hasil analisis ketersediaan lahan kemudian disajikan dalam bentuk tabel menggunakan Microsoft Excel.

2) Mengidentifikasi kebutuhan penambahan ruang terbuka hijau publik.

Identifikasi kebutuhan penambahan RTH publik dilakukan berdasarkan pengembangan ketentuan kebutuhan RTH publik menurut Permen PU No. 5 Tahun 2008. Menggunakan *Microsoft Excel*, proses identifikasi meliputi;

Tabel 2.
 Nilai koefisien c (NJOP tertinggi setiap kelurahan)

Kecamatan	Kelurahan	c_n (NJOP Tertinggi)	
Baiturrahman	Ateuk Deah Tanoh	$c_1 = 243.000$	
	Ateuk Jawo	$c_2 = 464.000$	
	Ateuk Munjeng	$c_3 = 537.000$	
	Ateuk Pahlawan	$c_4 = 1.573.000$	
	Kampung Baru	$c_5 = 2.352.000$	
	Neusu Aceh	$c_6 = 802.000$	
	Neusu Jaya	$c_7 = 802.000$	
	Peuniti	$c_8 = 1.722.000$	
	Seutui	$c_9 = 2.013.000$	
	Sukaramai	$c_{10} = 2.013.000$	
Banda Raya	Geuceu Iniem	$c_{11} = 916.000$	
	Geuceu Kayee Jato	$c_{12} = 1.032.000$	
	Geuceu Komplek	$c_{13} = 464.000$	
	Lam Ara	$c_{14} = 1.032.000$	
	Lamlagang	$c_{15} = 702.000$	
	Lampeut	$c_{16} = 802.000$	
	Lhong Cut	$c_{17} = 464.000$	
	Lhong Raya	$c_{18} = 335.000$	
	Mibo	$c_{19} = 1.032.000$	
	Peunyerat	$c_{20} = 802.000$	
Jaya Baru	Bitai	$c_{21} = 103.000$	
	Emperom	$c_{22} = 916.000$	
	Geuceu Meunara	$c_{23} = 702.000$	
	Lamjamee	$c_{24} = 200.000$	
	Lamteumen Barat	$c_{25} = 1.032.000$	
	Lamteumen Timur	$c_{26} = 1.862.000$	
	Punge Blang Cut	$c_{27} = 702.000$	
	Ulee Pata	$c_{28} = 160.000$	
	Lampoh Daya	$c_{29} = 200.000$	
	Kuta Alam	Bandar Baru	$c_{30} = 3.100.000$
Beurawe		$c_{31} = 3.100.000$	
Keuramat		$c_{32} = 3.100.000$	
Kota Baru		$c_{33} = 1.573.000$	
Kuta Alam		$c_{34} = 3.100.000$	
Laksana		$c_{35} = 3.100.000$	
Lambaro Skep		$c_{36} = 394.000$	
Lamdingin		$c_{37} = 243.000$	
Lampulo		$c_{38} = 200.000$	
Mulia		$c_{39} = 614.000$	
Kutaraja	Peunayong	$c_{40} = 3.100.000$	
	Gampong Jawa	$c_{41} = 103.000$	
	Gampong Pande	$c_{42} = 48.000$	
	Keudah	$c_{43} = 1.722.000$	
	Lampaseh Kota	$c_{44} = 464.000$	
	Merduati	$c_{45} = 2.352.000$	
	Peulanggahan	$c_{46} = 128.000$	
	Lueng Bata	Batoh	$c_{47} = 1.573.000$
		Blang Cut	$c_{48} = 1.274.000$
		Cot Mesjid	$c_{49} = 1.032.000$
Lamdom		$c_{50} = 1.274.000$	
Lamseupeung		$c_{51} = 1.573.000$	
Lueng Bata		$c_{52} = 1.274.000$	
Panteriek		$c_{53} = 1.274.000$	
Sukadamai		$c_{54} = 1.573.000$	
Lampaloh		$c_{55} = 335.000$	
Meuraxa		Alue Deah Teungoh	$c_{56} = 103.000$
	Asoe Nanggroe	$c_{57} = 128.000$	
	Baro	$c_{58} = 103.000$	
	Blang	$c_{59} = 160.000$	
	Blang Oi	$c_{60} = 614.000$	
	Cot Lamkuweuh	$c_{61} = 614.000$	
	Deah Baro	$c_{62} = 243.000$	
	Deah Glumpang	$c_{63} = 243.000$	
	Lambung	$c_{64} = 614.000$	
	Lamjabat	$c_{65} = 48.000$	
Syiah Kuala	Lampaseh Aceh	$c_{66} = 285.000$	
	Pie	$c_{67} = 614.000$	
	Punge Jurong	$c_{68} = 702.000$	
	Punge Ujong	$c_{69} = 702.000$	
	Surien	$c_{70} = 200.000$	
	Ulee Lhee	$c_{71} = 394.000$	
	Ulee Kareng	Alue Naga	$c_{72} = 82.000$
		Deah Raya	$c_{73} = 64.000$
		Jeulingke	$c_{74} = 1.722.000$
		Kopelma Darussalam	$c_{75} = 464.000$
Lamgugob		$c_{76} = 1.274.000$	
Peurada		$c_{77} = 464.000$	
Pineung		$c_{78} = 614.000$	
Rukoh		$c_{79} = 802.000$	
Tibang		$c_{80} = 285.000$	
Ie Masen Kayee Adang		$c_{81} = 1.862.000$	
Ulee Kareng	Ceurih	$c_{82} = 537.000$	
	Doy	$c_{83} = 1.862.000$	
	Ie Masen Ulee Kareng	$c_{84} = 916.000$	
	Ilie	$c_{85} = 916.000$	
	Lam Glumpang	$c_{86} = 916.000$	
	Lambhuk	$c_{87} = 1.722.000$	
	Lamteh	$c_{88} = 702.000$	
	Pango Deah	$c_{89} = 128.000$	
	Pango Raya	$c_{90} = 916.000$	

Tabel 3.
Ketersediaan lahan untuk penambahan RTH publik (m²)

Kecamatan	Kelurahan	k_n (Ketersediaan lahan)	
Baiturrahman	Ateuk Deah Tanoh	k_1	= 1.656
	Ateuk Jawo	k_2	= 64.613
	Ateuk Munjeng	k_3	= 73.263
	Ateuk Pahlawan	k_4	= 15.839
	Kampung Baru	k_5	= 5.054
	Neusu Aceh	k_6	= 0
	Neusu Jaya	k_7	= 0
	Peuniti	k_8	= 0
	Seutui	k_9	= 0
	Sukaramai	k_{10}	= 0
Banda Raya	Geuceu Iniem	k_{11}	= 37.618
	Geuceu Kayee Jato	k_{12}	= 1.028
	Geuceu Komplek	k_{13}	= 15.666
	Lam Ara	k_{14}	= 49.662
	Lamlagang	k_{15}	= 5.097
	Lampeuot	k_{16}	= 33.743
	Lhong Cut	k_{17}	= 28.304
	Lhong Raya	k_{18}	= 52.219
	Mibo	k_{19}	= 14.537
	Peunyerat	k_{20}	= 37.290
Jaya Baru	Bitai	k_{21}	= 56.254
	Emperom	k_{22}	= 12.906
	Geuceu Meunara	k_{23}	= 23.515
	Lamjamee	k_{24}	= 60.127
	Lamteumen Barat	k_{25}	= 38.238
	Lamteumen Timur	k_{26}	= 30.181
	Punge Blang Cut	k_{27}	= 65.236
	Ulee Pata	k_{28}	= 56.211
	Lampoh Daya	k_{29}	= 47.870
	Bandar Baru	k_{30}	= 0
Kuta Alam	Beurawe	k_{31}	= 6.477
	Keuramat	k_{32}	= 0
	Kota Baru	k_{33}	= 6.211
	Kuta Alam	k_{34}	= 0
	Laksana	k_{35}	= 0
	Lambaro Skep	k_{36}	= 1.458.360
	Lamdingin	k_{37}	= 192.302
	Lampulo	k_{38}	= 58.089
	Mulia	k_{39}	= 0
	Peunayong	k_{40}	= 0
Kutaraja	Gampong Jawa	k_{41}	= 59.683
	Gampong Pande	k_{42}	= 57.678
	Keudah	k_{43}	= 0
	Lampaseh Kota	k_{44}	= 5.190
	Merduati	k_{45}	= 0
	Peulanggahan	k_{46}	= 9.304
Lueng Bata	Batoh	k_{47}	= 14.723
	Blang Cut	k_{48}	= 11.497
	Cot Mesjid	k_{49}	= 19.602
	Lamdom	k_{50}	= 55.026
	Lamseupeung	k_{51}	= 0
	Lueng Bata	k_{52}	= 0
	Panteriek	k_{53}	= 0
	Sukadamai	k_{54}	= 0
	Lampaloh	k_{55}	= 3.725
	Alue Deah Teungoh	k_{56}	= 41.938
Meuraxa	Asoe Nanggroe	k_{57}	= 21.744
	Baro	k_{58}	= 25.268
	Blang	k_{59}	= 49.075
	Blang Oi	k_{60}	= 11.677
	Cot Lamkuweuh	k_{61}	= 85.691
	Deah Baro	k_{62}	= 21.404
	Deah Glumpang	k_{63}	= 38.004
	Lambung	k_{64}	= 46.527
	Lamjabat	k_{65}	= 38.606
	Lampaseh Aceh	k_{66}	= 18.892
Syiah Kuala	Pie	k_{67}	= 62.814
	Punge Jurong	k_{68}	= 5.034
	Punge Ujong	k_{69}	= 8.025
	Surien	k_{70}	= 67.971
	Ulee Lhee	k_{71}	= 53.445
	Alue Naga	k_{72}	= 214.357
	Deah Raya	k_{73}	= 619.350
	Jeulingke	k_{74}	= 147.000
	Kopelma Darussalam	k_{75}	= 0
	Lamgugob	k_{76}	= 56.860
Ulee Kareng	Peurada	k_{77}	= 0
	Pineung	k_{78}	= 9.838
	Rukoh	k_{79}	= 383.487
	Tibang	k_{80}	= 1.063.425
	Ie Masen Kayee Adang	k_{81}	= 0
	Ceurih	k_{82}	= 62.299
	Doy	k_{83}	= 11.760
	Ie Masen Ulee Kareng	k_{84}	= 19.380
	Ilie	k_{85}	= 0
	Lam Glumpang	k_{86}	= 0
Total Ketersediaan Lahan	Lambhuk	k_{87}	= 13.550
	Lamteh	k_{88}	= 0
	Pango Deah	k_{89}	= 20.269
	Pango Raya	k_{90}	= 0
		\sum	= 6.001.688

Tabel 4.
Kebutuhan penambahan RTH publik setiap kelurahan (m²)

Kecamatan	Kelurahan	p_n (Kebutuhan penambahan RTH publik setiap kelurahan)	
Baiturrahman	Ateuk Deah Tanoh	p_1	= 1.656
	Ateuk Jawo	p_2	= 64.613
	Ateuk Munjeng	p_3	= 58.171
	Ateuk Pahlawan	p_4	= 15.839
	Kampung Baru	p_5	= 0
	Neusu Aceh	p_6	= 0
	Neusu Jaya	p_7	= 0
	Peuniti	p_8	= 0
	Seutui	p_9	= 0
	Sukaramai	p_{10}	= 0
Banda Raya	Geuceu Iniem	p_{11}	= 37.618
	Geuceu Kayee Jato	p_{12}	= 1.028
	Geuceu Komplek	p_{13}	= 15.666
	Lam Ara	p_{14}	= 49.662
	Lamlagang	p_{15}	= 5.097
	Lampeuot	p_{16}	= 33.743
	Lhong Cut	p_{17}	= 28.304
	Lhong Raya	p_{18}	= 52.219
	Mibo	p_{19}	= 14.537
Jaya Baru	Peunyerat	p_{20}	= 37.290
	Bitai	p_{21}	= 56.254
	Emperom	p_{22}	= 12.906
	Geuceu Meunara	p_{23}	= 23.515
	Lamjamee	p_{24}	= 60.127
	Lamteumen Barat	p_{25}	= 38.238
	Lamteumen Timur	p_{26}	= 30.181
	Punge Blang Cut	p_{27}	= 65.236
	Ulee Pata	p_{28}	= 0
Kuta Alam	Lampoh Daya	p_{29}	= 39.559
	Bandar Baru	p_{30}	= 0
	Beurawe	p_{31}	= 6.477
	Keuramat	p_{32}	= 0
	Kota Baru	p_{33}	= 6.211
	Kuta Alam	p_{34}	= 0
	Laksana	p_{35}	= 0
	Lambaro Skep	p_{36}	= 440.033
	Lamingin	p_{37}	= 0
	Lampulo	p_{38}	= 0
Kutaraja	Mulia	p_{39}	= 0
	Peunayong	p_{40}	= 0
	Gampong Jawa	p_{41}	= 0
	Gampong Pande	p_{42}	= 0
	Keudah	p_{43}	= 0
	Lampaseh Kota	p_{44}	= 5.190
	Merduati	p_{45}	= 0
Lueng Bata	Peulangahan	p_{46}	= 0
	Batoh	p_{47}	= 14.723
	Blang Cut	p_{48}	= 11.497
	Cot Mesjid	p_{49}	= 19.602
	Lamdom	p_{50}	= 55.026
	Lamseupeung	p_{51}	= 0
	Lueng Bata	p_{52}	= 0
	Panteriek	p_{53}	= 0
	Sukadamai	p_{54}	= 0
	Lampaloh	p_{55}	= 3.725
Meuraxa	Alue Deah Teungoh	p_{56}	= 0
	Asoe Nanggroe	p_{57}	= 0
	Baro	p_{58}	= 25.268
	Blang	p_{59}	= 0
	Blang Oi	p_{60}	= 0
	Cot Lamkuweuh	p_{61}	= 85.691
	Deah Baro	p_{62}	= 0
	Deah Glumpang	p_{63}	= 0
	Lambung	p_{64}	= 46.527
	Lamjabat	p_{65}	= 38.606
	Lampaseh Aceh	p_{66}	= 0
	Pie	p_{67}	= 0
	Punge Jurong	p_{68}	= 5.034
	Punge Ujong	p_{69}	= 8.025
	Surien	p_{70}	= 67.971
Syiah Kuala	Ulee Lhee	p_{71}	= 53.445
	Alue Naga	p_{72}	= 0
	Deah Raya	p_{73}	= 0
	Jeulingke	p_{74}	= 147.000
	Kopelma Darussalam	p_{75}	= 0
	Lamgugob	p_{76}	= 56.860
	Peurada	p_{77}	= 0
	Pineung	p_{78}	= 9.838
	Rukoh	p_{79}	= 383.487
	Tibang	p_{80}	= 95.028
Ulee Kareng	Ie Masen Kayee Adang	p_{81}	= 0
	Ceurih	p_{82}	= 62.299
	Doy	p_{83}	= 11.760
	Ie Masen Ulee Kareng	p_{84}	= 19.380
	Ilie	p_{85}	= 0
	Lam Glumpang	p_{86}	= 0
	Lambhuk	p_{87}	= 13.550
	Lamteh	p_{88}	= 0
	Pango Deah	p_{89}	= 20.269
	Pango Raya	p_{90}	= 0
Total Kebutuhan Penambahan RTH Publik Setiap Kelurahan			$\sum p$ = 2.453.984

Tabel 5.
Alokasi penambahan RTH publik di setiap kelurahan berdasarkan hasil optimasi (m²)

Kecamatan	Kelurahan	x_n (Alokasi penambahan)
Baiturrahman	Ateuk Deah Tanoh	$x_1 = 1.656$
	Ateuk Jawo	$x_2 = 64.613$
	Ateuk Munjeng	$x_3 = 58.171$
	Ateuk Pahlawan	$x_4 = 15.839$
	Kampung Baru	$x_5 = 0$
	Neusu Aceh	$x_6 = 0$
	Neusu Jaya	$x_7 = 0$
	Peuniti	$x_8 = 0$
	Seutui	$x_9 = 0$
	Sukaramai	$x_{10} = 0$
Banda Raya	Geuceu Iniem	$x_{11} = 37.618$
	Geuceu Kayee Jato	$x_{12} = 1.028$
	Geuceu Komplek	$x_{13} = 15.666$
	Lam Ara	$x_{14} = 49.662$
	Lamlagang	$x_{15} = 5.097$
	Lampeuot	$x_{16} = 33.743$
	Lhong Cut	$x_{17} = 28.304$
	Lhong Raya	$x_{18} = 52.219$
	Mibo	$x_{19} = 14.537$
	Peunyerat	$x_{20} = 37.290$
Jaya Baru	Bitai	$x_{21} = 56.254$
	Emperom	$x_{22} = 12.906$
	Geuceu Meunara	$x_{23} = 23.515$
	Lamjamee	$x_{24} = 60.127$
	Lamteumen Barat	$x_{25} = 38.238$
	Lamteumen Timur	$x_{26} = 30.181$
	Punge Blang Cut	$x_{27} = 65.236$
	Ulee Pata	$x_{28} = 0$
	Lampoh Daya	$x_{29} = 39.559$
	Bandar Baru	$x_{30} = 0$
Kuta Alam	Beurawe	$x_{31} = 6.477$
	Keuramat	$x_{32} = 0$
	Kota Baru	$x_{33} = 6.211$
	Kuta Alam	$x_{34} = 0$
	Laksana	$x_{35} = 0$
	Lambaro Skep	$x_{36} = 440.033$
	Lamdingin	$x_{37} = 0$
	Lampulo	$x_{38} = 0$
	Mulia	$x_{39} = 0$
	Peunayong	$x_{40} = 0$
Kutaraja	Gampong Jawa	$x_{41} = 0$
	Gampong Pande	$x_{42} = 57.678$
	Keudah	$x_{43} = 0$
	Lampaseh Kota	$x_{44} = 5.190$
	Merduati	$x_{45} = 0$
Lueng Bata	Peulanggahan	$x_{46} = 0$
	Batoh	$x_{47} = 14.723$
	Blang Cut	$x_{48} = 11.497$
	Cot Mesjid	$x_{49} = 19.602$
	Lamdom	$x_{50} = 55.026$
	Lamseupeung	$x_{51} = 0$
	Lueng Bata	$x_{52} = 0$
	Panteriek	$x_{53} = 0$
	Sukadamai	$x_{54} = 0$
	Lampaloh	$x_{55} = 3.725$
Meuraxa	Alue Deah Teungoh	$x_{56} = 0$
	Asoe Nanggroe	$x_{57} = 0$
	Baro	$x_{58} = 25.268$
	Blang	$x_{59} = 0$
	Blang Oi	$x_{60} = 0$
	Cot Lamkuweuh	$x_{61} = 85.691$
	Deah Baro	$x_{62} = 0$
	Deah Glumpang	$x_{63} = 0$
	Lambung	$x_{64} = 46.527$
	Lamjabat	$x_{65} = 38.606$
	Lampaseh Aceh	$x_{66} = 0$
	Pie	$x_{67} = 0$
	Punge Jurong	$x_{68} = 5.034$
	Punge Ujong	$x_{69} = 8.025$
	Surien	$x_{70} = 67.971$
Syiah Kuala	Ulee Lhee	$x_{71} = 53.445$
	Alue Naga	$x_{72} = 162.393$
	Deah Raya	$x_{73} = 619.350$
	Jeulingke	$x_{74} = 147.000$
	Kopelma Darussalam	$x_{75} = 0$
	Lamgugob	$x_{76} = 56.860$
	Peurada	$x_{77} = 0$
	Pineung	$x_{78} = 9.838$
	Rukoh	$x_{79} = 383.487$
	Tibang	$x_{80} = 95.028$
Ulee Kareng	Ie Masen Kayee Adang	$x_{81} = 0$
	Ceurih	$x_{82} = 62.299$
	Doy	$x_{83} = 11.760$
	Ie Masen Ulee Kareng	$x_{84} = 19.380$
	Ilie	$x_{85} = 0$
	Lam Glumpang	$x_{86} = 0$
	Lambhuk	$x_{87} = 13.550$
	Lamteh	$x_{88} = 0$
	Pango Deah	$x_{89} = 20.269$
	Pango Raya	$x_{90} = 0$
Total Alokasi Lahan untuk penambahan RTH Publik		$\sum x = 3.293.404$

RTH publik kota adalah sebagai berikut:

$$KP = (0.2WK) - RE$$

Keterangan:

- KP : Kebutuhan penambahan ruang terbuka hijau publik kota (m²)
- WK : Luas wilayah kota (m²)
- 0,2 : Ketentuan luas minimum RTH publik (20% luas wilayah)
- RE : Luas eksisting RTH publik kota (m²)

b. Kebutuhan penambahan ruang terbuka hijau publik setiap kelurahan

Identifikasi kebutuhan penambahan RTH publik setiap kelurahan dilakukan dengan ketentuan dapat dilihat pada Gambar 3. Secara matematis, kebutuhan penambahan RTH publik di setiap kelurahan RTH publik dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Sigma P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$$

Keterangan:

- ΣP : Total kebutuhan penambahan RTH publik setiap kelurahan (m²)
- P : Luas kebutuhan penambahan RTH publik setiap kelurahan (m²)
- E : Luas RTH publik eksisting di setiap kelurahan (m²)
- W : Luas wilayah setiap kelurahan (m²)
- 0,2 : Ketentuan luas RTH publik minimum tiap-tiap kelurahan (20% dari luas wilayah)
- K : Luas ketersediaan lahan untuk alokasi penambahan RTH publik di setiap kelurahan (m²)
- n : Kelurahan ke -n di Kota Banda Aceh

Hasil analisis kebutuhan penambahan RTH publik di setiap kelurahan kemudian disajikan dalam bentuk tabel menggunakan Microsoft Excel.

3) Mengidentifikasi kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan kebutuhan oksigen

Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan kebutuhan oksigen dilakukan untuk dijadikan dasar dalam validasi model hasil optimasi. Perhitungan dilakukan menggunakan metode Gerakis (1974) yang dimodifikasi Wisesa (1988):

$$Lt = \frac{Pt+Kt}{(54)(0,9375)}$$

Dengan:

- Lt : luas RTH Kota pada tahun ke t (m²)
- Pt : jumlah kebutuhan oksigen bagi penduduk pada tahun ke-t
- Kt : Jumlah kebutuhan oksigen bagi kendaraan bermotor pada tahun ke-t
- 54 : tetapan bahwa 1 m² luas lahan menghasilkan 54 gram berat kering tanaman per hari.
- 0,9375 : tetapan bahwa 1 gram berat kering tanaman setara dengan produksi oksigen 0,9375 gram

Perhitungan jumlah kebutuhan oksigen bagi penduduk dan kendaraan di tahun ke-t, perlu diketahui jumlah penduduk dan kendaraan serta standar kebutuhan oksigen. Jumlah

penduduk dan jumlah kendaraan pada tahun tertentu bisa didapatkan menggunakan metode proyeksi berbasis persamaan linear [7] sebagai berikut:

$$P_t = P_0(1 + rt)$$

Dengan:

- P_t : Jumlah penduduk/dan jumlah kendaraan tahu n ke-t
- P₀ : Jumlah penduduk/dan jumlah kendaraan awal
- r : Laju pertumbuhan penduduk/kendaraan
- t : Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

Nilai r atau laju pertumbuhan ditetapkan dengan ketentuan 2,00% bagi laju pertumbuhan penduduk [8], dan 4,83% untuk laju pertumbuhan kendaraan [9]. Kemudian, untuk standar yang digunakan untuk perhitungan kebutuhan oksigen bagi tiap penduduk/manusia = 864 gram/hari [7]. Sementara standar kebutuhan bagi setiap unit kendaraan menurut Christina (2012) merujuk 10 meliputi: (i) kendaraan penumpang = 18.250 gram/hari; (ii) bus = 36.500 gram/hari; (iii) kendaraan beban = 29.200 gram/hari; dan (iv) sepeda motor = 1.100 gram/hari [10].

4) Merumuskan model penambahan optimal ruang terbuka hijau publik.

Perumusan model penambahan RTH publik optimal di Kota Banda Aceh dilakukan dengan metode *linear programming* menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel Solver*. Kerangka model dibangun berdasarkan perspektif pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*), sehingga penambahan RTH publik mempertimbangkan alokasi anggaran, kebutuhan minimum RTH publik 20% dari luas wilayah, distribusi RTH publik berimbangan, dan ketersediaan lahan.

Dalam penelitian ini, fungsi tujuan yang ingin dicapai adalah minimasi anggaran untuk pengadaan lahan RTH publik, fungsi tujuan dirumuskan sebagai berikut:

$$Min A = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 \dots + c_n x_n$$

Keterangan:

- Min : Minimisasi alokasi anggaran
- A : Harga NJOP tertinggi di tiap-tiap Kelurahan (Rupiah/m²)
- c : Luas alokasi lahan untuk penambahan RTH publik di tiap-tiap Kelurahan (m²)
- n : Kelurahan ke -n di Kota Banda Aceh

Penjabaran nilai koefisien c (NJOP tertinggi) pada fungsi tujuan dapat dilihat pada tabel 2. Sementara, untuk fungsi kendala rumus secara matematis adalah sebagai berikut:

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \tag{1}$$

$$\begin{matrix} x_1 \geq p_1 & \dots & x_1 \leq k_1 \\ x_2 \geq p_2 & \dots & x_2 \leq k_2 \\ x_3 \geq p_3 & \dots & x_3 \leq k_3 \\ \vdots & & \vdots \\ x_n \geq p_n & \dots & x_n \leq k_n \end{matrix} \tag{2} \tag{3}$$

Keterangan:

- KP : Kebutuhan penambahan ruang terbuka hijau publik kota (m²)
- x : Alokasi lahan untuk penambahan RTH publik setiap Kelurahan (m²)

- p : Kebutuhan penambahan RTH publik setiap kelurahan (m^2)
 k : Ketersediaan lahan untuk penambahan RTH publik setiap kelurahan (m^2)
 n : Kelurahan ke -n di Kota Banda Aceh

D. Kerangka Penelitian

Secara umum kerangka penelitian dapat dijelaskan melalui bagan/gambar 4.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Mengidentifikasi Ketersediaan Lahan untuk Penambahan Ruang Terbuka Hijau Publik.

Berdasarkan hasil identifikasi, ketersediaan lahan untuk penambahan RTH publik di Kota Banda Aceh adalah seluas 6.001.688 m^2 . Distribusi ketersediaan lahannya tidak merata sebagaimana merujuk Gambar 5. Untuk luas ketersediaan setiap dijelaskan pada tabel 3.

B. Mengidentifikasi Kebutuhan Penambahan Ruang Terbuka Hijau Publik.

Hasil identifikasi menunjukkan, untuk nilai KP (kebutuhan penambahan RTH publik kota) adalah seluas **3.293.404 m^2** . Sementara untuk kebutuhan penambahan RTH publik setiap kelurahan, total keseluruhannya ($\sum p$) adalah **2.453.984 m^2** yang berarti penambahan di beberapa kelurahan tidak memungkinkan RTH publik mencapai kondisi minimum 20% dari luas wilayah dikarenakan tidak tersedianya lahan, dapat dilihat pada Tabel 4.

C. Merumuskan Model Penambahan Optimal Ruang Terbuka Hijau Publik.

Model optimasi menunjukkan bahwa pengadaan 3.293.404 m^2 lahan untuk penambahan RTH publik membutuhkan biaya Rp. 1.767.747.119.132. Dengan alokasi penambahan di setiap kelurahan dijelaskan pada tabel 5.

D. Validasi Model Penambahan Optimal Ruang Terbuka Hijau Publik.

Proses validasi dilakukan untuk mengukur pengaruh penambahan RTH publik yang optimal terhadap kebutuhan RTH Kota Banda Aceh. Hasil validasi menunjukkan bahwa penambahan RTH publik sesuai dengan hasil model optimasi sudah sesuai dengan ketentuan minimum luas RTH publik berdasarkan luas wilayah, namun masih belum dapat memenuhi kebutuhan oksigen kota. Perbandingan kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Banda Aceh dapat

dilihat pada Gambar 6.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Penelitian berjudul Penambahan Ruang Terbuka Hijau Publik Optimal di Kota Banda Aceh Berdasarkan Minimasi Anggaran ini memberikan gambaran bahwa RTH publik di Kota Banda Aceh belum terpenuhi berdasarkan kebutuhan dari luas wilayah. Penambahan RTH publik sangat dipengaruhi oleh ketersediaan lahan dan juga nilai lahan. Biaya yang harus dikeluarkan untuk pengadaan 3.293.404 m^2 lahan penambahan RTH publik mencapai Rp. 1.767.747.119.132. Meski demikian penambahan RTH publik masih belum dapat memenuhi kebutuhan oksigen kota.

Berdasarkan temuan dari penelitian ini sekiranya perencanaan/penambahan RTH publik di Kota Banda Aceh, dimana penambahan ruang terbuka hijau publik dapat difokuskan dengan mengakuisisi lahan dengan nilai lahan yang rendah agar luas RTH publik di Kota Banda Aceh kedepannya dapat meningkat. Untuk kawasan dengan ketersediaan lahan yang tidak mencukupi untuk penambahan RTH publik dapat disiasati dengan pemilihan vegetasi untuk memenuhi kebutuhan oksigen kota.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Mukafi, "Tingkat ketersediaan ruang terbuka hijau publik di kota kodus," Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [2] A. Chiesura, "The role of urban parks for the sustainability of cities," *Adv. Archit. Ser.*, vol. 18, pp. 335–344, 2004.
- [3] D. L. H. K. dan Keindahan, "Taman dan RTH Lainnya," *Dinas Lingkungan Hidup Kebersihan dan Keindahan Kota Banda Aceh*, 2019. <http://dlhk3.bandaacehkota.go.id/taman-dan-rth-lainnya/>.
- [4] T. C. D. of B. A. City, "Self evaluation of lct-i system of banda aceh city," Banda Aceh, 2017.
- [5] I. Saradiwa, "Implementasi ketersediaan ruang terbuka hijau dalam wilayah kota banda aceh," Universitas Syah Kuala Aceh, 2017.
- [6] C. H. Fadhila, K. Murtalaksone, and K. Munibah, "Arahan pemenuhan ruang terbuka hijau kota banda aceh," *Tataloka*, vol. 21, no. 1, p. 180, 2019, doi: 10.14710/tataloka.21.1.180-191.
- [7] S. Bahri, S. A. Ali, K. Ruang, T. Hijau, and K. Banda, "Kebutuhan ruang terbuka hijau kota banda aceh," *J. Manaj. Sumberd. Lahan*, vol. 1, no. 3, pp. 10–22, 2012.
- [8] P. K. B. Aceh, "Demografi Kota Banda Aceh," *Demografi Kota Banda Aceh*, 2019. <https://bandaacehkota.go.id/p/demografi.html>.
- [9] A. Irham, C. S. Yulianti, and M. Nizar, "Analisis ketersediaan ruang terbuka hijau berdasarkan kebutuhan oksigen di kota banda aceh," *Serambi Eng.*, vol. II, no. 4, pp. 188–196, 2017.
- [10] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017.