

Tinjauan Karakteristik dan Target Sains Teleskop Radio *Single-Dish* 18-26 Meter Serta Pemanfaatannya Untuk Observatorium Nasional Timau

M. Husna^{1*} dan F. Mumtahana²

¹Program Studi Astronomi, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

²Pusat Riset Antariksa, LAPAN BRIN

*E-mail: miftahlhsna@gmail.com

ABSTRAK

Lereng Gunung Timau, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur, dipilih sebagai lokasi pembangunan observatorium kelas internasional atau dikenal dengan Observatorium Nasional Timau. Observatorium Nasional Timau saat ini sedang mempersiapkan teleskop optik berdiameter 3.8 meter serta merencanakan pembangunan teleskop radio *single-dish* berdiameter kurang lebih 20 meter. Selain lokasi, kajian instrumen pengamatan juga merupakan salah satu aspek penting mulai dari bentuk antena, *mounting*, tipe reflektor hingga fokus penelitian yang nantinya dapat dilakukan dengan teleskop tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum karakteristik dan aspek saintifik teleskop radio dengan diameter tersebut. Pada studi ini telah dikaji 11 teleskop radio *single-dish* di dunia dengan diameter terkecil 18 meter dan terbesar 26 meter. Mayoritas teleskop yang dikaji memiliki bentuk antena paraboloidal, *mounting alt-azimuth* dengan tipe reflektor *cassegrain*. Pada rentang diameter tersebut, banyak target sains yang dapat diperoleh mulai dari Tata Surya hingga Kosmologi dengan berbagai pilihan frekuensi dan tipe pengamatan. Distribusi lokasi teleskop radio *single-dish* seluruh dunia menunjukkan dominasi lokasi berada di belahan Bumi Utara, dan sangat sedikit keberadaannya di sekitar ekuator. Posisi Indonesia yang relatif dekat dengan ekuator, memungkinkan untuk pembangunan teleskop radio *single-dish* yang nantinya dapat ikut serta dalam jaringan VLBI dengan negara lain.

Kata kunci: Observatorium Nasional Timau – antena *single-dish* 20 meter – karakteristik teleskop radio dan target sains radio

1 PENDAHULUAN

UU No.21 tahun 2013 tentang keantariksaan mengamanatkan Indonesia untuk mandiri dalam sains dan teknologi keantariksaan, salah satunya dalam bidang astronomi dan astrofisika (Mumpuni, 2017). Untuk mewujudkannya, dipilihlah lereng Gunung Timau, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur, sebagai lokasi pembangunan observatorium kelas internasional setelah melakukan kajian beberapa lokasi yang berpotensi untuk pembangunan observatorium (Hidayat, 2012). Pembangunan dilakukan dengan pertimbangan faktor polusi cahaya yang mencemari Observatorium Bosscha.

Gunung Timau terpilih karena memenuhi persyaratan teknis salah satunya persentase kecerahan langit yang cukup tinggi (250 langit malam cerah per tahun) dibandingkan daerah lain di Indonesia. Hal tersebut dilaporkan oleh Hidayat et.al. (2012), 55%-75% langit malam yang cerah ditemukan dalam rentang bulan April hingga Oktober. Lokasi Observatorium Nasional Timau selanjutnya disebut Obnas Timau, berada di kawasan hutan lindung, lereng Gunung Timau 1300 meter di atas permukaan laut dengan luas sekitar 30 hektar. Salah satu fasilitas utama Obnas Timau penunjang pengamatan adalah teleskop optik 3.8 meter yang

saat ini masih dalam tahap pembangunan. Beberapa topik penelitian yang direncanakan mulai dari cuaca antariksa, pengamatan bintang variabel, *exoplanet*, studi gugus bintang galaktik dan ekstragalaktik, studi materi antar bintang, struktur dan dinamika galaksi hingga pengamatan kosmologi (Mumpuni, 2017). Selain panjang gelombang optik, direncanakan juga pembangunan teleskop pada ranah radio.

Astronomi radio merupakan salah satu cabang astronomi yang mempelajari fenomena objek langit melalui gelombang radio yang dipancarkannya (Wilson et al, 2009). Astronomi radio, memungkinkan untuk mengamati objek lemah pemancar gelombang radio yang dahulunya belum dapat dideteksi. Teleskop radio digunakan untuk mendeteksi sumber gelombang radio lemah yang dapat dioperasikan baik siang maupun malam hari, bahkan ketika langit dalam kondisi mendung. Intensitas sumber yang sampai ke Bumi sangat kecil dibanding radiasi yang diterima pada cahaya tampak, idealnya teleskop radio memiliki area pengumpul sinyal dalam ukuran besar (Wilson et al, 2009).

Antena adalah salah satu bagian utama dari sistem deteksi radio yang berfungsi mengumpulkan sinyal. Antena memiliki beberapa tipe : antena kawat seperti *dipole*, *yagi*, *heliks* dan umumnya berbentuk paraboloidal. Selain antena, desain *mounting* dan

tipe reflektor juga dipertimbangkan sebagai penunjang pengamatan. Desain *mounting* yang sering digunakan adalah *alt-azimuth* dan *equatorial*, sedangkan untuk tipe reflektor prinsip kerjanya mirip dengan sistem optik seperti : *prime focus*, *cassegrain*, *off-axis cassegrain*, *nasmyth*, *bent nasmyth*, dan *dual offset gregorian* (Hunter & Napier, 2016).

Obnas Timau saat ini sedang mempersiapkan pembangunan teleskop radio berdiameter kurang lebih 20 meter. Dalam perencanaan pembangunan sebuah observatorium, penting untuk dilakukan pengkajian baik instrumen maupun fokus penelitian nantinya yang akan digunakan dengan teleskop tersebut. Penelitian ini ditujukan untuk mengumpulkan informasi instrumen dan fokus penelitian beberapa teleskop radio *single-dish* di dunia dengan diameter terkecil 18 meter dan terbesar 26 meter.

2 DATA DAN METODE

2.1 Metode

Pada penelitian ini, telah dikumpulkan informasi lokasi 171 teleskop radio seluruh dunia, berdasarkan Salter, C. J. (2002), 54 data diantaranya merupakan teleskop radio *single-dish* yang kemudian dipilih lagi untuk kelas 20 meter dengan diameter terkecil 18 meter dan terbesar 26 meter. Data ini juga ditambah dengan teleskop radio *single-dish* yang juga digunakan untuk jaringan VLBI berdiameter pada rentang tersebut.

Teleskop radio *single-dish* dengan diameter 18-26 meter kemudian dikaji terkait spesifikasi instrumen dan fokus penelitiannya. Spesifikasi instrumen dalam hal ini seperti diameter, ketinggian, bentuk *mounting*, tipe reflektor dan rentang frekuensi masing-masing teleskop. Resolusi sudut masing-masing teleskop dapat diestimasi dengan informasi rentang frekuensi yang diberikan. Hasil tinjauan spesifikasi instrument dan focus penelitian dirangkum dalam Tabel 1.

2.2 Data Teleskop Radio *Single-dish* 18 – 26 Meter

Teleskop radio *single-dish* diameter 18-26 meter:

1. Onsala 20 meter, Onsala Space Observatory, Swedia
2. Onsala 25 meter, Onsala Space Observatory, Swedia
3. Simeiz 22 meter, Ukraina
4. HartRAO 26 meter, Afrika Selatan
5. Mopra 22 meter, Australia

Teleskop radio *single-dish* diameter 18-26 meter yang juga digunakan untuk VLBI:

1. Paul Plishner Radio Astronomy and Space Sciences Center (PPRASSC) 18 meter, Amerika Serikat
2. Australia Telescope Compact Array (ATCA) 22 meter, Australia
3. VERA Station (Iriki, Mizusawa, Ishigakijima, Ogasawara) 20 meter, Jepang
4. KVN Station (Ulsan, Yonsei, Jeju) 20 meter, Korea Selatan
5. Shenshan 25 meter, Shanghai, China
6. Nanshan 25 meter, Shanghai, China

2.3 Frekuensi dan Resolusi Sudut

Berdasarkan data rentang frekuensi pada tabel 1, data frekuensi dikonversi menjadi data panjang gelombang menggunakan

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{v(\text{Hz})}, \quad (1)$$

dengan v menyatakan pita frekuensi tengah yang digunakan dalam Hz, diperoleh panjang gelombang λ dalam satuan meter. Persamaan (1) digunakan untuk menghitung resolusi sudut masing-masing frekuensi yang diberikan oleh

$$\theta = 1,22 \frac{\lambda}{D}, \quad (2)$$

dengan D menyatakan diameter teleskop dalam meter, λ panjang gelombang dalam satuan meter dan θ resolusi sudut dalam satuan radian.

3 HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan informasi lokasi teleskop diperoleh distribusi lokasi untuk teleskop radio secara umum berada di Bumi belahan Utara. Teleskop radio *single-dish* tidak ditemukan disekitar ekuator, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1. Teleskop radio *single-dish* diameter sekitar 20 meter 37% berada di Benua Asia. Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa dari 11 teleskop yang dikaji, seluruh teleskop memiliki tipe reflektor *cassegrain* dengan mayoritas menggunakan *mounting alt-azimuth* dan hanya satu teleskop dengan *mounting equatorial* yaitu teleskop 26 meter HartRAO di Afrika Selatan. Pada tabel juga terdapat informasi ketinggian yang ternyata cukup bervariasi. Data ketinggian merentang dari 5 hingga 2080 mdpl, yang menunjukkan bahwa penempatan teleskop radio diameter kelas 20 meter dengan rentang frekuensi kerja tersebut tidak harus berada di lokasi yang sangat tinggi.

Selain tipe reflector dan *mounting* serta ketinggian, Tabel 1 juga menunjukkan hasil kajian bidang fokus penelitian untuk masing-masing teleskop.

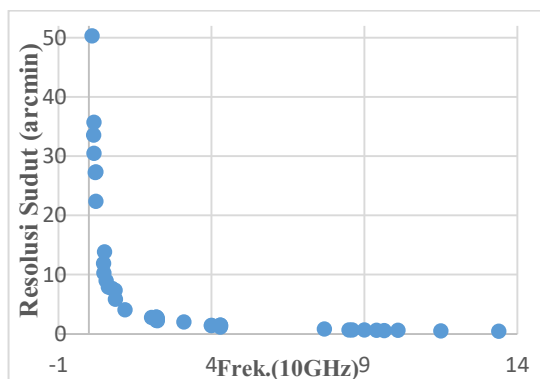
Tabel 1. Teleskop radio *single-dish* diameter sekitar 20 meter.

No	Teleskop dan Diameter	Ketinggian (mdpl)	Tipe Reflektor	Fokus Penelitian	Rentang Frekuensi (GHz)	Resolusi Sudut (arcmin)
1	ATCA 22 meter	273	Cassegrain. Alt-Azimuth	Kosmologi. Evolusi bintang. Astrokimia. Medan magnet di Galaksi. Sinar kosmik energi tinggi	1.1 – 3.1	27.2341
					3.9 – 11	7.6767
					16 – 25	2.7898
					30 – 50	1.4298
					83 - 105	0.6084
2	HartRAO 26 meter	1595	Cassegrain. Equatorial	ISM. Pulsar. Quasar	1.6 - 22	4.1011
3	KVN 21 meter (Ulsan. Yonsei. Tamna)	16.98 (Ulsan)	Cassegrain. Alt-Azimuth	Evolusi Bintang. AGN. Astrokimia	21.25 – 23.23	2.6928
		97 (Yonsei)			42.11 – 44.11	1.3898
		98 (Tamna)			85 – 95	0.6657
					125 - 142	0.4488
4	Mopra Radio Telescope 22 meter	850	Cassegrain. Alt-Azimuth	Struktur dan Komposisi Galaksi. Pembentukan bintang	16 – 27	2.6600
					30 – 50	1.4298
					76 - 117	0.5926
5	Nanshan 25 meter	2080	Cassegrain. Alt-Azimuth	Pulsar. Astrokimia. Pembentukan bintang. evolusi Bintang. AGN. transien	22	2.2876
					43	1.1704
6	Onsala 20 meter	22.76	Scmidt-Cassegrain. Alt-Azimuth	Astrokimia. ISM. Galaksi. EKstragalaksi. AGN. Pembentukan Bintang	2.2 – 2.4	27.3525
					8.1 – 9	7.3580
					18 – 26	2.8595
					26 – 36	2.0294
					36 – 50	1.4630
					67 – 87	0.8170
					85 - 116	0.6260
7	Onsala 25 meter	18.01	Cassegrain. Alt-Azimuth	Pembentukan bintang. AGN. Astrokimia	0.8 – 1.2	50.3287
					1.2 – 1.8	33.5524
					4.5 – 6.7	8.9873
					6 - 6.7	7.9258
8	PPRASSC 18 meter	1385	Cassegrain. Alt-Azimuth	Matahari	0.1 - 10	13.8418
9	Shenshan 25 meter	5	Cassegrain. Alt-Azimuth	Edukasi	1.62 – 1.68	30.5022
					2.15 – 2.35	22.3683
					4.7 - 5.1	10.2711
					8.2 – 9	5.8522
					22.1 - 22.6	2.2518
10	Simeiz 22 meter	100	Cassegrain. Alt-Azimuth	AGN. Pembentukan planet. aktivitas Matahari. Astrokimia	1.6	35.7448
					4.8	11.9149
					22	2.5996
					85	0.6728
					6	0.6650
					115	0.4973
11	VERA 20 meter	5 (Iriki)	Cassegrain. Alt-Azimuth	Galaksi. Kehidupan luar surya. Pulsar	22	2.8596
		56 (Mizusawa)				
		14 (Ishigakijima)			43	1.4630
		142 (Ogasawara)				



Gambar 1. Distribusi lokasi teleskop radio *single-dish* seluruh dunia diameter sekitar 20 meter.

Informasi fokus penelitian yang diperoleh dikelompokkan menjadi 12 bidang yaitu : Kosmologi, Galaksi dan AGN, Sumber Kosmik Energi Tinggi & Sumber Transien, Deep Survey Ekstragalaksi, Magnet Kosmik, ISM, Pembentukan Bintang, Astrokimia, Pembentukan Planet, Evolusi Bintang, Matahari, dan Tata Surya & Luar Surya. Rencana penelitian di Obnas Timau sendiri memiliki irisan bidang fokus penelitian dengan teleskop Nanshan 25 meter, China dan Onsala 20 meter, Swedia.



Gambar 2. Grafik hubungan frekuensi dengan resolusi sudut.

Dengan memanfaatkan persamaan (1) dan persamaan (2) serta informasi rentang frekuensi pada tabel 1, dapat dihitung perkiraan resolusi sudut masing-masing teleskop. Gambar 2 menunjukkan hubungan frekuensi dengan resolusi sudut. Terlihat bahwa semakin besar frekuensi yang digunakan, semakin kecil resolusi sudut yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (1) dan persamaan (2). Hubungan antara resolusi sudut sebanding dengan panjang gelombang dan berbanding terbalik dengan diameter dan frekuensi. Sehingga jika frekuensi yang digunakan semakin besar maka resolusi sudut yang diperoleh semakin kecil. Sayangnya perhitungan ini hanyalah perhitungan kasar yang memungkinkan untuk menimbulkan eror diantaranya karena faktor konversi satuan dan detail

rentang frekuensi yang digunakan masing-masing teleskop. Meskipun demikian, hasil tersebut dapat memberi gambaran nilai resolusi sudut yang dapat dicapai dari masing-masing teleskop yang dikaji.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan informasi data dan tinjauan karakteristik teleskop radio yang dikumpulkan, diperoleh informasi sebagai berikut:

1. Teleskop radio mayoritas berada di belahan Bumi Utara baik *array* maupun *single-dish*. Teleskop radio diameter sekitar 20 meter tidak ditemukan berada disekitar ekuator.
2. Teleskop radio *single-dish* diameter sekitar 20 meter mayoritas berada di ketinggian di bawah 200 mdpl dengan tipikal reflektor *cassegrain* dan mayoritas *mounting alt-azimuth*
3. Hasil perhitungan resolusi pada masing-masing teleskop menunjukkan kesesuaian dengan persamaan (2), jika frekuensi yang digunakan oleh teleskop semakin besar, maka resolusi sudut yang diperoleh semakin kecil.

Banyak sekali topik penelitian yang dapat dilakukan dengan teleskop radio kelas 20 meter (Table 1). Rencana topik penelitian di Obnas Timau sendiri memiliki irisan fokus penelitian dengan teleskop Onsala 20-m di Swedia dan teleskop Nanshan 25-m di Shanghai yaitu pada fokus penelitian Galaksi dan AGN, Interstellar Medium (ISM) dan pembentukan bintang. Namun, masih terbuka topik penelitian lain yang dapat dilakukan dengan teleskop tersebut nantinya. Pembangunan teleskop radio di Obnas Timau sangat ideal untuk dilaksanakan, mengingat di bagian ekuator hanya sedikit teleskop radio yang tersedia. Diharapkan nantinya juga bisa digunakan tidak hanya untuk *single-dish* tetapi juga digunakan untuk VLBI.

5 PUSTAKA

- C. J., Salter. 2002, *Single-dish Radio Telescope of The World*, *ASP Conference Proceedings*, Vol. 278
- Hunter, T. R., & Napier, P. J. 2016, *Antennas and Receivers in Radio Interferometry*, arXiv: 1609.09376 [astro-ph.IM] <<http://arxiv.org/abs/1609.09376>>
- Mumpuni, dkk. 2017, *Selayang Pandang Observatorium Nasional Timau, PT Gramedia*, Jakarta (ISBN. 978-602-424-732-4)
- Hidayat, T., dkk. 2012, Clear sky fraction above indonesia: an analysis for astronomical site selection. *Monthly Not Royal Astron Soc*, 427:1903
- Wilson, T. L. 1997, *Tools of radio astronomy*. In *Choice Reviews Online* (Vol. 35, Issue 04). <<https://doi.org/10.5860/choice.35-2078>>