

Edisi Januari - Maret 2022

NEBULA

NEWSLETTER TIGA-BULANAN BOSSCHA

Ulasan Astronomi

James Webb Space Telescope, Era Baru Penjelajahan Semesta
JWST, Mata Baru Pengamatan Eksoplanet

Panduan Observasi Langit, Januari - Maret 2022

Agenda Observatorium, Oktober - Desember 2021



Selamat Tahun Baru 2022. Semoga kita semua tetap sehat dan segala sesuatunya terus membaik. Terimakasih untuk perhatian pada astronomi dan dukungan pada Observatorium Bosscha.

Alam semesta dapat kita indra utamanya karena pancaran cahaya yang ditangkap oleh mata kita maupun oleh “kepanjangan” mata kita, yakni teleskop. Cahaya adalah gelombang elektromagnetik yang karakternya ditentukan oleh energinya, yang biasa kita nyatakan dalam frekuensinya. Cahaya yang dideteksi dari semesta merentang dari energi rendah (frekuensi radio) hingga energi amat tinggi (frekuensi sinar Gamma). Masing-masing rentang energi berasosiasi dengan proses fisis atau benda spesifik, dan dapat pula mengindikasikan gerak benda dan jaraknya dari kita. Agar semakin komprehensif pengetahuan kita tentang fisis alam semesta, perlu

ditangkap cahaya dalam rentang frekuensi lebar, tidak hanya cahaya yang tampak oleh mata kita. Untuk itu dikonstruksi teleskop yang dapat menangkap cahaya pada frekuensi lain: setiap rentang frekuensi memerlukan jenis teleskop dengan instrumen spesifik. NEBULA edisi ini menceritakan *James Webb Space Telescope* (JWST), teleskop inframerah yang akan mendeteksi benda-benda astronomis redup, dingin, jauh, termasuk banyak eksoplanet dan mungkin bintang-bintang generasi pertama di semesta ini. Untuk mengoptimalkan deteksi cahaya inframerah dari semesta, JWST diposisikan di luar atmosfer Bumi. Kerjasama multidisiplin luar biasa untuk menghasilkan teleskop dan instrumen astronomi amat kompleks, ditambah infrastruktur untuk perlindungan dan pemenuhan daya untuk mengoperasikan teleskop dan komunikasi, yang semuanya harus dimuat rapi terlipat di dalam roket yang meluncurnyanya ke ruang angkasa.

Daftar Isi

03 - Ulasan Astronomi

James Webb Space Telescope, Era Baru Penjelajahan Semesta

06 - Ulasan Astronomi

JWST, Mata Baru Pengamatan Eksoplanet

09 - Panduan Observasi Langit, Januari - Maret 2022

Spesial: Mengamati Komet

14 - Agenda Observatorium, Oktober - Desember 2021

19 - Ensiklopedia Astronomi



OBSERVATORIUM
BOSSCHA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Diterbitkan pada Januari 2022
oleh Tim Pendidikan dan
Penjangkauan Publik,
Observatorium Bosscha -
FMIPA ITB,

untuk publikasi umum, bersifat
non-komersial

Penanggung Jawab

Premana W. Premadi
Yatny Yulianty

Tim Redaksi

Muhammad Rezky
Cinta Vidante
Elika Prameswari
Mohammad Hafieduddin
Sahlan Ramadhan
Teduh Perhati

Kontributor

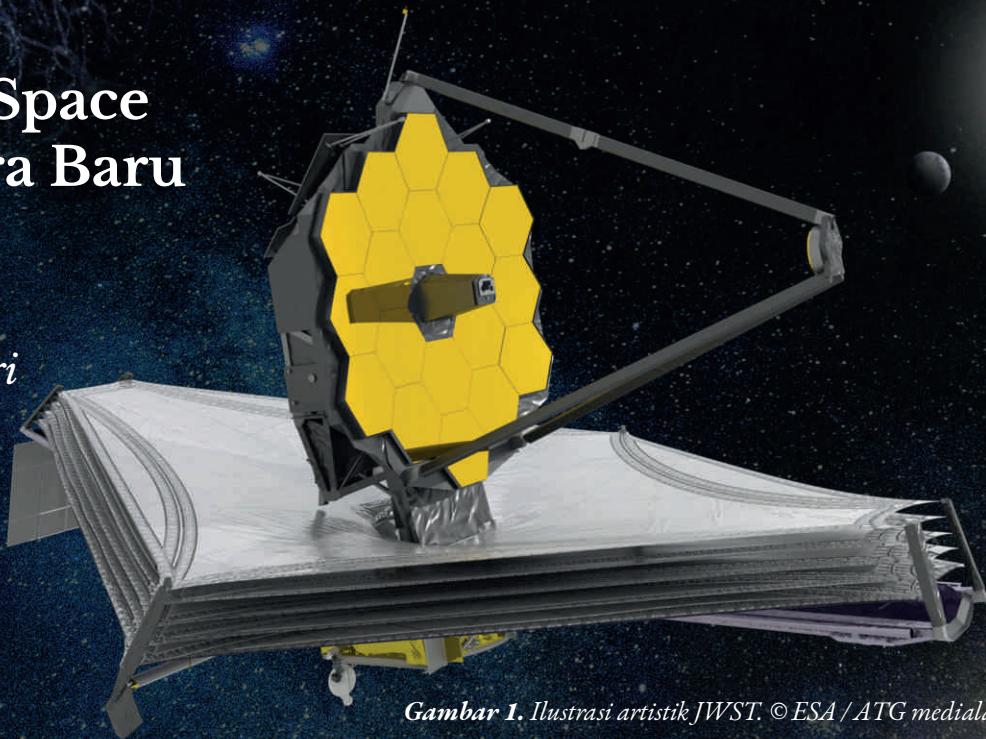
Agus Triono P. J.
Luthfiandari
Theofilus Hobba Pramono

Grafis dan Ilustrasi

Cinta Vidante
Muhammad Rezky
Sahlan Ramadhan

James Webb Space Telescope, Era Baru Penjelajahan Semesta

oleh Elika Prameswari



Gambar 1. Ilustrasi artistik JWST. © ESA / ATG medialab

Keingintahan adalah pendorong utama manusia dalam mengeksplorasi alam semesta. Dimulai dari pengamatan kasatmata, pembuatan instrumen pengamatan sederhana, hingga peluncuran teleskop ke luar angkasa, manusia berusaha melampaui batasan fisiknya untuk menemukan hal-hal baru.

James Webb Space Telescope atau JWST (*Gambar 1*) diklaim sebagai teleskop luar angkasa paling mumpuni yang pernah dibangun oleh umat manusia. JWST merupakan proyek besar yang menggandeng tiga badan antariksa kelas dunia, yaitu National Aeronautics and Space Administration (NASA), European Space Agency (ESA), dan Canadian Space Agency (CSA). Padanya disematkan nama administrator NASA kedua yang berhasil mewujudkan misi Apollo, dengan harapan dapat kembali membawa penemuan-penemuan sains baru yang spektakuler dan melanjutkan hal yang belum dicapai: memahami asal mula alam semesta dan keberadaan kita di dalamnya. Untuk sampai kepada detik-detik peluncuran, banyak tantangan yang telah dihadapi, mulai dari masalah pendanaan hingga teknis dengan proses perencanaan dan pengembangan yang memakan lebih dari 30 tahun. Akankah misi dengan modal triliunan rupiah yang mengalami

penundaan selama bertahun-tahun ini dapat membawa hasil yang diharapkan?

Atmosfer Bumi menjadi salah satu hambatan utama bagi para astronom dalam mengamati benda langit. Untuk mengatasi hal ini, muncul suatu ide untuk mengirim teleskop ke luar angkasa, yang pertama kali ditulis oleh seorang ahli dirgantara Jerman bernama Herman Oberth pada bukunya yang terbit pada tahun 1923 berjudul “*Die Rakete zu den Planeträumen*” (Roket ke Ruang Antarplanet). Hingga pada tahun 1946, fisikawan teoritis dan astronom yang bernama Lyman Spitzer mengajukan proposal pembuatan teleskop luar angkasa dan ide tersebut direalisasi NASA dan ESA pada 1990 melalui peluncuran teleskop Hubble. Manusia yang sebelumnya hanya bisa mengamati langit dari balik jendela atmosfer Bumi, mendobrak batasan tersebut dengan meluncurkan teleskop antariksa pertama yang beroperasi pada panjang gelombang optik.

Teleskop Hubble telah membuka mata kita, menyuguhkan pemandangan-pemandangan menakjubkan, hingga menelisik alam semesta muda yang baru berusia 480 juta tahun. Kesuksesan misi Hubble diikuti oleh teleskop antariksa lain pada berbagai panjang gelombang

■ James Webb Space Telescope, Era Baru Penjelajahan Semesta

seperti *Compton Gamma Ray Observatory* (1991) dan *Swift Gamma Ray Burst Explorer* (2004) pada panjang gelombang sinar gamma, *Chandra X-ray Observatory* (1999) dan *XMM-Newton* (1999) pada panjang gelombang sinar-X, dan *Spitzer Space Telescope* (2003) pada panjang gelombang inframerah. Penerus teleskop Hubble sendiri telah dicetuskan pada September 1989 dengan nama *The Next Generation Space Telescope* (NGST), yang kini dikenal sebagai JWST.

Menurut teori ledakan besar (*Big Bang*), bintang generasi pertama kemungkinan terbentuk dalam beberapa ratus juta tahun setelah alam semesta terbentuk, sebelum galaksi generasi pertama terbentuk. Pengamatan bintang dan galaksi generasi pertama akan memberikan kita informasi mengenai alam semesta muda yang baru beralih dari masa kegelapan ke masa pembentukan benda-beda langit. Dengan mengamati bintang generasi pertama itulah kita mendapat gambaran apakah alam semesta muda sama seperti yang kita perkirakan melalui teori dan simulasi numerik serta bagaimana kondisinya jika dibandingkan dengan alam semesta saat ini. Membawa impian ini, JWST akan mengamati alam semesta saat baru berusia 100 sampai 250 juta tahun. Jika teleskop Hubble diibaratkan dapat melihat alam semesta yang masih berusia balita, maka JWST akan dapat melihat bayi alam semesta.

Akibat pengembangan alam semesta, radiasi yang

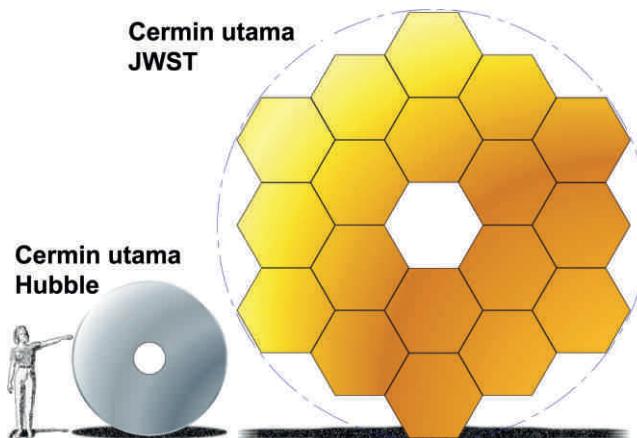
dipancarkan oleh bintang dan galaksi generasi pertama terenggang menjadi panjang gelombang inframerah atau mengalami pergeseran merah. Selain itu, karena jaraknya yang sangat jauh, pengamatan objek ini akan sangat mungkin terhalang oleh debu yang mengisi ruang antarbintang. Untungnya, dengan panjang gelombang yang lebih besar dari panjang gelombang visual, sinar inframerah dapat menembus debu-debu di ruang antarbintang sehingga kita dapat mengamati objek yang ada di baliknya, seperti ditunjukkan pada *Gambar 2*.

Berbeda dengan Hubble yang lebih banyak mengamati pada panjang gelombang visual, JWST didesain untuk melakukan pengamatan pada panjang gelombang inframerah. Untuk tujuan tersebut, JWST memiliki cermin utama 6,25 kali lebih luas daripada cermin Hubble untuk mengumpulkan cahaya redup dari bintang dan galaksi generasi pertama. JWST juga dilengkapi dengan 4 buah instrumen: *Near-Infrared Camera*, *Near-Infrared Spectrograph*, *Mid-Infrared Instrument*, dan *Fine Guidance Sensor/Near Infared Imager and Slitless Spectrograph*, untuk mengakomodasi kebutuhan saintifik dari misi ini.

Akan tetapi, tantangan pengamatan gelombang inframerah datang dari Bumi, Bulan, dan Matahari yang secara internal memancarkan radiasi pada panjang gelombang inframerah. Untuk mengatasi hal tersebut, JWST ditempatkan sejauh 1,5 juta kilometer dari Bumi pada titik Lagrange 2 atau L2. Titik Lagrange merupakan salah satu tempat di luar angkasa dengan resultan gaya tarik gravitasi dari sistem Bumi-Matahari sama dengan nol sehingga JWST akan terus berada pada tempat yang sama, mengikuti pergerakan Bumi mengelilingi Matahari. Dilengkapi dengan 5 lapis *sunshield* (perisai surya) seluas lapangan tenis, JWST



Gambar 2. Citra Nebula Carina pada panjang gelombang tampak (kiri) dan inframerah (kanan). © NASA/ESA/M. Livio/STScI



dapat menghalau radiasi inframerah dari Bumi, Bulan, dan Matahari secara sekaligus.

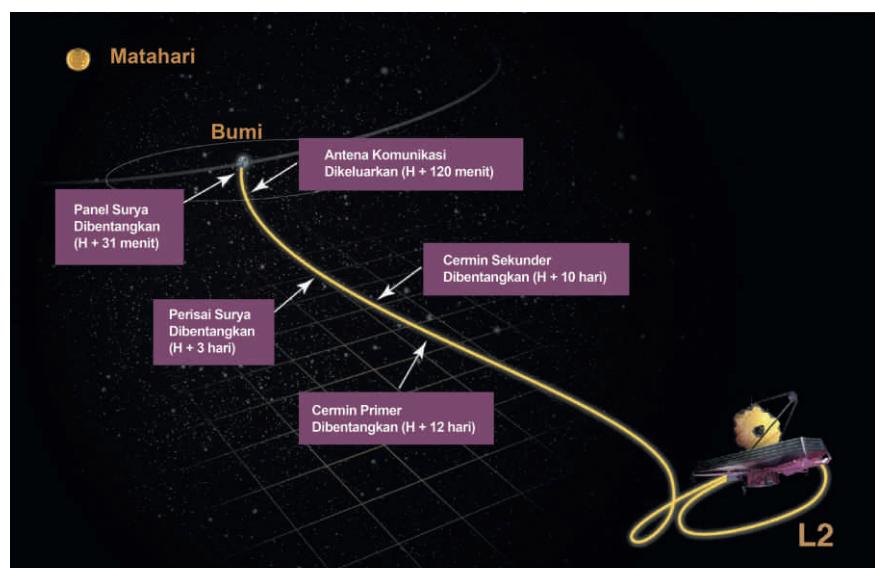
Mengirimkan teleskop sebesar JWST ke luar angkasa menjadi tantangan tersendiri. Cermin utama teleskop JWST yang berukuran 6,5 meter tersegmentasi menjadi 18 cermin heksagonal (*Gambar 3*) yang dirancang untuk dapat dilipat agar muat dikemas dan dapat ditempatkan secara kompak dalam roket Ariane 5 yang berdiameter 5,4 m. Bobot teleskop juga harus diusahakan seringan mungkin agar memudahkan proses pengangkutan, namun tetap kokoh dalam menghadapi kondisi di luar angkasa. Setelah diluncurkan pada 25 Desember 2021, JWST membutuhkan waktu sekitar 30 hari untuk mencapai titik L2 sambil mengembangkan seluruh instrumennya (*Gambar 4*). Pada 5 bulan berikutnya, JWST akan berusaha mengamati bintang terang dan beberapa objek lain untuk mengkalibrasi seluruh instrumennya sebelum melakukan pengamatan sains pertama. Karena kerumitan mekanis inilah JWST membutuhkan persiapan yang sangat hati-hati dan mengalami penundaan berulang kali. Selain itu, letak orbit JWST yang sangat jauh membuatnya tidak dapat diperbaiki sehingga para saintis berulang kali memastikan

Gambar 3. Ilustrasi luas cermin utama JWST yang terbuat dari berilium berlapis emas, jika dibandingkan dengan luas cermin Hubble dan ukuran manusia pada umumnya. © NASA

segala komponen dapat berfungsi dengan baik sebelum peluncuran.

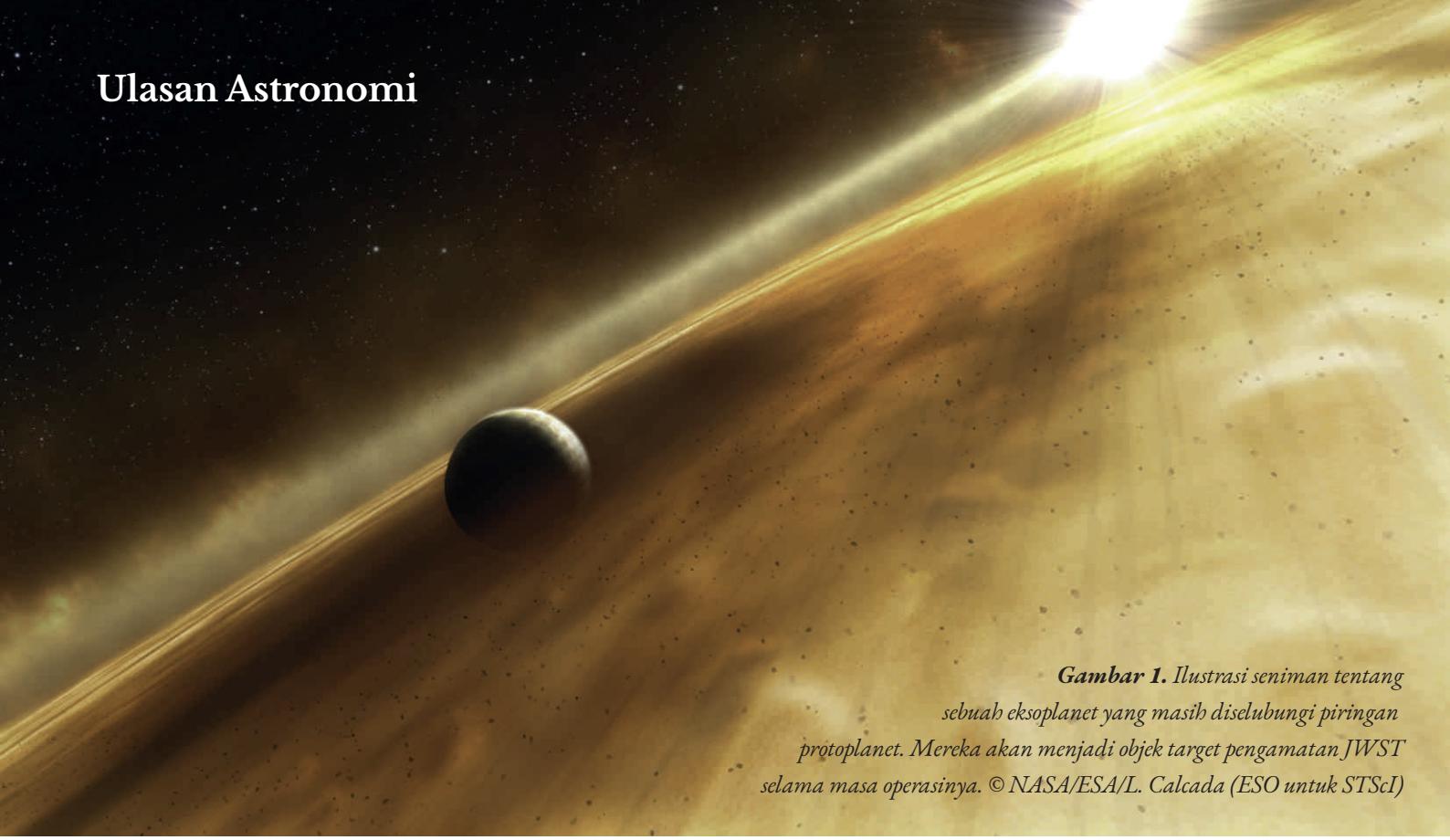
Setelah dapat berfungsi dengan baik, JWST akan mulai melakukan pengamatan saintifik. Pengamatan yang dapat didukung oleh instrumen JWST sangatlah beragam, mulai dari mengamati atmosfer eksoplanet dekat yang berpotensi layak huni, melihat proses pembentukan bintang dan planet, hingga mengamati galaksi generasi pertama di alam semesta. Pada tahun pertama, sekitar 4.000 jam pengamatan akan didedikasikan untuk saintis yang berjasa dalam pembangunan JWST, sedangkan 6.000 jam pengamatan lainnya akan digunakan oleh para astronom terpilih dengan misi sains yang unik dari seluruh dunia.

Pada akhirnya, manusia selalu berusaha untuk melampaui batas dan memenuhi hasrat akan jawaban dari keingintahuannya. JWST dibuat untuk memenuhi gairah tersebut dengan penuh kehati-hatian karena harus berjalan secara sempurna. Walau tidak mungkin beroperasi selama Hubble, akan ada dobrakan baru yang terjadi dalam ilmu pengetahuan. Kita tinggal menunggu dengan penuh harap, kejutan menarik apa yang akan dibawa oleh laboratorium luar angkasa baru milik umat manusia ini.



Gambar 4. Ilustrasi lini masa peluncuran JWST hingga mencapai orbitnya di titik L2.

© NASA/GSFC



Gambar 1. Ilustrasi seniman tentang sebuah eksoplanet yang masih diselubungi piringan protoplanet. Mereka akan menjadi objek target pengamatan JWST selama masa operasinya. © NASA/ESA/L. Calcada (ESO untuk STScI)

JWST, Mata Baru Pengamatan Eksoplanet

oleh Theofilus Hobba Pramono

“Apakah kita sendirian di alam semesta yang luas ini?”, sebuah pertanyaan yang sederhana tetapi rumit untuk dijawab.

Sejak lama manusia percaya tidak ada kehidupan lain di luar Bumi. Bahkan, tidak terbesit sedikitpun bayangan bahwa ada sistem keplanetan lain di luar sana yang akan menjadikan Tata Surya ‘biasa’ saja. Meskipun begitu, pemikiran bahwa seharusnya ada planet-planet yang mengorbit bintang lain (sekarang lazim disebut sebagai eksoplanet) telah dikemukakan sejak akhir abad ke-14 oleh Giordano Bruno (1548-1600 M), seorang filsuf Italia, meskipun kala itu dianggap pelanggaran besar karena bertentangan dengan ajaran agama.

Terobosan terjadi ketika Aleksander Wolszczan dan Dale Frail menemukan eksoplanet yang mengorbit sebuah pulsar pada tahun 1992. Tiga tahun kemudian, Didier Queloz dan Michel Mayor berhasil menemukan 51 Pegasi b, eksoplanet pertama yang diketahui mengorbit sebuah bintang deret utama seperti Matahari. Semenjak itu, para astronom mulai berlomba mencoba memahami karakteristik dunia-dunia

asing ini dengan menghitung massa, radius, komposisi kimia atmosfer, detail orbit, hingga keberadaan faktor-faktor pendukung kehidupan yang mungkin ada di sana.

Dalam 30 tahun terakhir, kemajuan teknologi telah mendorong perkembangan pengetahuan seputar eksoplanet secara pesat. Hingga 31 Desember 2021, NASA telah mengonfirmasi keberadaan sebanyak 4.884 eksoplanet dari hasil berbagai survei eksoplanet seperti misi *Kepler* (2009-2018) dan *Transiting Exoplanet Survey Satellite* atau *TESS* (2018-sekarang). Meski demikian, masih banyak tantangan yang dihadapi dalam pendekripsi komposisi molekul-molekul organik di atmosfer eksoplanet, pemahaman evolusi pembentukan sistem keplanetan, dan pendekripsi eksoplanet di sekitar bintang kelas M. Dengan ukuran cermin 6,5 meter dan dilengkapi beberapa instrumen khusus untuk pengamatan inframerah, *James Webb Space Telescope* (JWST) secara spesifik dirancang untuk berbagai tujuan saintifik seperti pengamatan galaksi saat alam semesta masih muda,

pengamatan objek tepian Tata Surya, dan tentunya pengamatan eksoplanet. Bagaimana JWST akan membantu astronom dalam menjawab tantangan di atas?

Pencarian dan pendekripsi eksoplanet bukanlah hal yang mudah untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan planet tidak memancarkan cahayanya sendiri seperti bintang dan jelas akan kalah terang jika dibandingkan dengan bintang induknya. Beberapa metode deteksi telah berhasil dilakukan dengan salah satu yang sangat sering digunakan adalah metode transit (*Gambar 2*).

Bagaimana dengan eksoplanet yang tidak melintas di depan bintang induknya jika dilihat dari Bumi? Salah satu metode yang dapat digunakan adalah memotret eksoplanet secara langsung, tetapi metode ini pun tidak mudah. Bintang menghasilkan cahaya di seluruh spektrum elektromagnetik, termasuk pada rentang inframerah yang akan diamati JWST. Meskipun eksoplanet meradiasikan panas dan akan terlihat lebih terang pada inframerah, ia akan tetap kalah terang daripada bintang induknya. Agar dapat diamati oleh JWST, cahaya dari bintang induk akan dihalangi menggunakan koronograf yang telah terpasang di salah satu instrumen bernama MIRI (*mid-infrared instrument*). Kombinasi pengamatan inframerah dengan koronograf akan membuat JWST mampu mendekripsi eksoplanet yang berusia lebih tua dan dingin dari yang telah ditemukan sejauh ini.

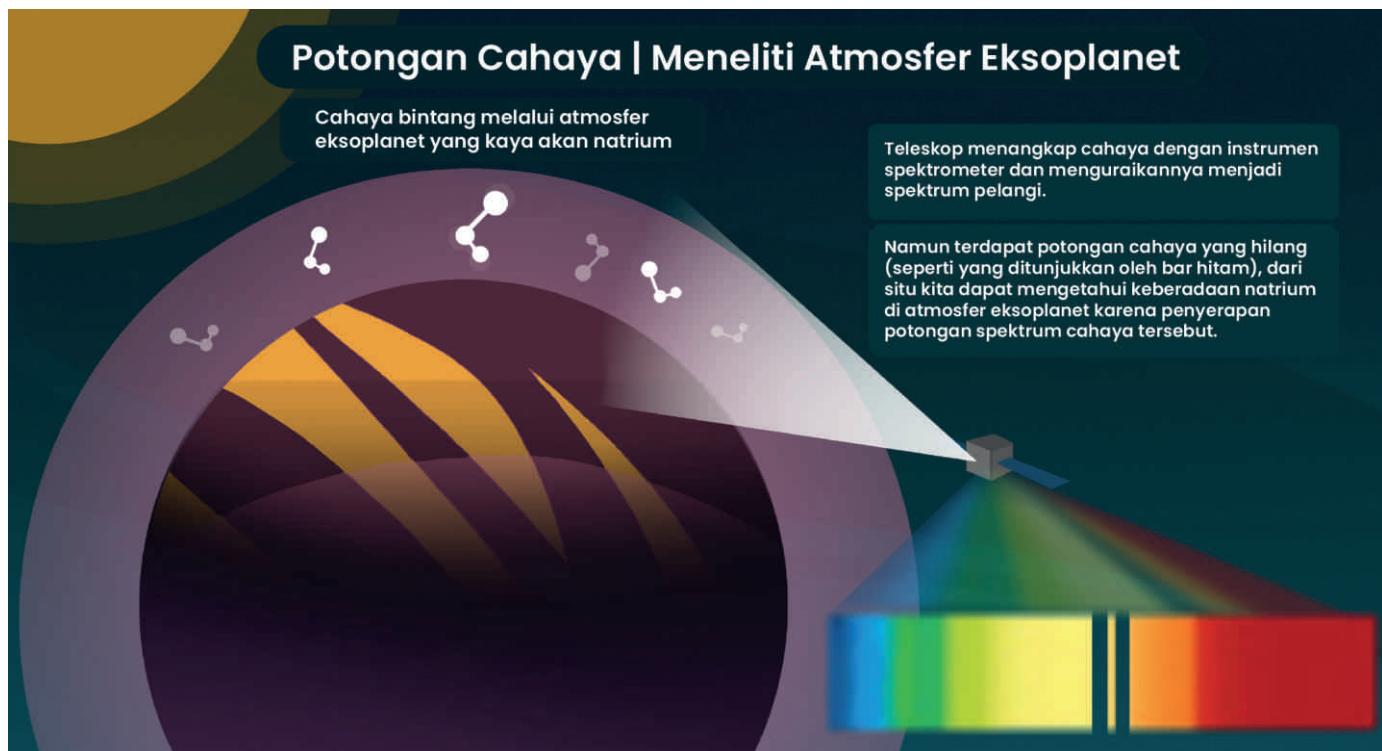
Bagaimana planet terbentuk menjadi pertanyaan lain yang ingin dijawab oleh para astronom. Rahasia pembentukan sistem keplanetan, termasuk Tata Surya kita, tersembunyi dalam piringan debu dan gas di sekitar bintang muda (piringan protoplanet). Piringan ini menjadi target penting JWST karena kemampuannya dalam melakukan pengamatan pada rentang inframerah menengah akan memperlihatkan sisi

dalam piringan secara lebih detail. Bila dipadankan dengan Tata Surya, bagian tersebut adalah lokasi bakal planet batuan mirip Bumi. Mempelajari daerah ini tentu sangat menarik untuk mengetahui bagaimana planet batuan dapat terbentuk.

Kelebihan JWST dalam pengamatan sisi dalam piringan protoplanet juga akan dimanfaatkan untuk melihat kadar dan persebaran unsur kimia pembentuk planet dan molekul organik melalui pengamatan spektroskopi. Rentang inframerah JWST mencakup serapan dan emisi molekul-molekul yang dianggap terkait dengan kehidupan, seperti air (H_2O), metana (CH_4), amonia (NH_3), dan karbon dioksida (CO_2). Penggunaan koronograf akan mempermudah pengamatan piringan debu yang sangat redup. Pengamatan oleh JWST ini akan melengkapi data pengamatan sisi luar piringan protoplanet yang telah diteliti melalui pengamatan radio dari permukaan Bumi. Pengamatan spektroskopi oleh JWST tidak hanya untuk mempelajari piringan protoplanet saja, tetapi juga untuk menelaah komponen kimia atmosfer eksoplanet. Dengan memanfaatkan peristiwa transit, cahaya bintang induk akan melewati lapisan atmosfer eksoplanet untuk



Gambar 2. Perbedaan perubahan intensitas cahaya bintang teramat bila posisi eksoplanet terlihat berbeda dari Bumi. Bagian atas adalah peristiwa transit, yakni ketika eksoplanet terlihat oleh kita melintas di depan bintang induknya, sementara bagian bawah bukan merupakan transit. © Observatorium Bosscha / Cinta Vidante



Gambar 3. Metode spektroskopi yang digunakan untuk menganalisis molekul di atmosfer eksoplanet (dicontohkan pengamatan unsur natrium). © NASA /JPL-Caltech / Lizbeth B. De La Torre

kemudian dideteksi dan diolah menjadi spektrum oleh instrumen di JWST (*Gambar 3*).

Pengamatan juga difokuskan untuk pencarian molekul-molekul organik yang menariknya dapat digunakan sebagai indikator penentu keberadaan permukaan keras pada eksoplanet.

Objek lain yang tidak luput dari pengamatan JWST adalah bintang-bintang kelas M yang sangat terang jika dilihat dalam panjang gelombang inframerah karena bertemperatur rendah, sekitar 2.500-3.000 Kelvin. Sayangnya, atmosfer Bumi menyerap sebagian besar cahaya inframerah tersebut sehingga sulit untuk diamati dari permukaan Bumi. JWST yang berlokasi di luar angkasa akan efektif untuk mengamati target-target ini karena tidak ada atmosfer yang menghalangi. Ditambah lagi, potensi penemuan eksoplanet baru tetap terbuka lebar menggunakan JWST, termasuk pada bintang-bintang merah yang disinyalir memiliki eksoplanet-eksoplanet seukuran Uranus pada jarak orbit 10-20 AU.

Mengingat kerumitan operasi teleskop dan peluang kerusakan dini yang tidak sedikit, alokasi

waktu pengamatan JWST menjadi sangat berharga. Keputusan untuk memberikan 20% waktu dari tahun pertama operasi pengamatan untuk sains eksoplanet menunjukkan pentingnya pekerjaan pengamatan eksoplanet yang akan dilakukan oleh JWST. Target-target pengamatan yang telah direncanakan dalam jangka waktu ini antara lain WASP-39b yang termasuk kategori Jupiter-panas untuk mengetahui komposisi bahan kimianya, 55 Cancri e untuk memahami mengapa atmosfernya tidak menguap meski permukaannya tertutup lava, dan sistem keplanetan TRAPPIST-1 dengan 7 eksoplanet batuan yang diperkirakan mengandung air dalam bentuk cair.

Akhir kata, pengamatan JWST terkait eksoplanet dan pembentukan sistem keplanetan sangat dinanti para astronom sebagai langkah dalam usaha memahami evolusi planet dan sistem keplanetan. Kita tidak pernah tahu rahasia baru apa yang akan diungkap oleh JWST. Satu hal yang pasti, semua akan terbayar lunas ketika JWST sukses beroperasi sesuai dengan semua yang telah direncanakan. *Fingers crossed!*

Memasuki tahun 2022, kami tampilkan rubrik *Panduan Observasi Langit* dengan tampilan baru yang dapat memuat lebih banyak fenomena yang dapat Anda amati setiap bulan. Informasi reguler seperti fase bulan, konjungsi planet, dan sketsa peta langit untuk hujan meteor terpilih tersedia pada tabel-tabel di sebelah kanan.

Beberapa fenomena terpilih lainnya akan disampaikan secara deskriptif.

Sepanjang awal Januari 2022, Anda dapat menemukan hampir seluruh planet anggota Tata Surya (kecuali Venus) di langit malam. Mars akan terbit di timur sekitar pukul 03.15 waktu lokal, sedangkan sisanya akan tampak sejak senja dan terbenam sebelum memasuki tengah malam.

Venus sendiri akan dapat diamati menjelang fajar lokal di timur pada separuh akhir Januari, menemaninya Mars. Merkurius dan Saturnus tidak akan ditemukan di langit malam sejak pertengahan Januari, karena keduanya berada di atas horizon bersama Matahari sepanjang pagi hingga senja. Perhatian khusus diberikan pada Uranus, yang akan mengakhiri gerak semu *retrogradenya* pada 18 Januari 2022 dan kemudian bergerak semu di langit malam ke arah timur seperti planet-planet pada umumnya.

Pada bulan Januari 2022 ini juga ditemui 2 puncak hujan meteor, dengan Quadrantids menjadi fokus utama. Selain itu, terdapat puncak hujan meteor γ -Ursae Minorid pada 19 Januari 2022, dengan ZHR lebih rendah, yakni 5 meteor/jam. Kedua hujan meteor dapat diamati pada separuh akhir malam hingga fajar.

Petunjuk Singkat Rubrik Panduan Observasi Langit

Seluruh informasi posisi objek (*Az./Alt.*) hanya berlaku lokal untuk Lembang, Jawa Barat dan sekitarnya, kecuali dinyatakan lain. Waktu dapat dinyatakan dalam WIB (GMT+7) atau waktu lokal. Waktu lokal berarti waktu yang digunakan sama di manapun Anda berada, selama masih berada di Indonesia.

Informasi perkiraan waktu fenomena dinyatakan benar hingga tanggal 31 Desember 2021. Perubahan dapat terjadi sewaktu-waktu akibat hasil pengamatan terbaru yang dilaporkan setelah tanggal tersebut.

Angka azimut (*az.*) dan ketinggian (*alt.*) dapat dibaca dengan cara yang digambarkan pada ilustrasi di samping.

Fase Bulan & waktu kenampakannya				
Tanggal	03/01	10/01	18/01	25/01
Terbit	05.54	12.11	18.37	23.02
Terbenam	18.52	00.24 (11/01)	06.41 (19/01)	11.13 (26/01)

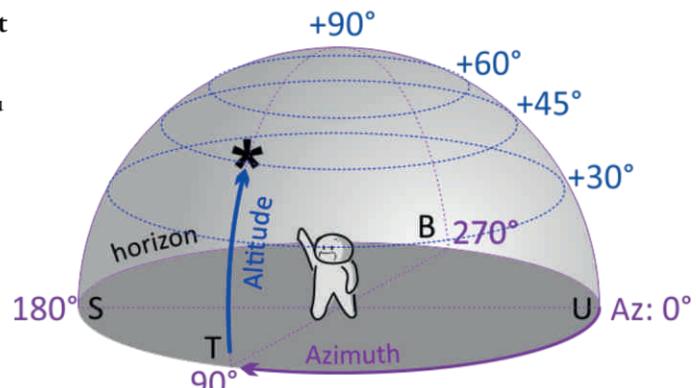
Konjungsi	Waktu kejadian (wib) dan sudut pisah	Waktu kenampakan planet (waktu lokal)
Bulan - Mars	01/01, 03.13 ($0^{\circ}56'$)	03.41 - fajar
Bulan - Merkurius	04/01, 08.22 ($3^{\circ}07'$)	senja - 19.26
Bulan - Saturnus	04/01, 23.47 ($4^{\circ}11'$)	senja - 20.07
Bulan - Jupiter	06/01, 07.11 ($4^{\circ}27'$)	senja - 21.12
Bulan - Mars	29/01, 21.04 ($2^{\circ}24'$)	03.15 - fajar

Hujan meteor Quadrantids

Rasi bintang
Bootes
Periode penampakan
12/12 - 12/01
Tanggal puncak
03 Januari 2022
Waktu tampak
02.47 - fajar
Frekuensi (ZHR)
120 meteor/jam



Selain kenampakan planet dan fenomena lain, kami juga memberikan rekomendasi *Deep Sky Object* (DSO) yang dapat diamati pada bulan tersebut. Anda dapat melihatnya pada *Panduan Observasi Langit* bulan Februari dan Maret yang tersedia dalam edisi NEBULA kali ini.



Panduan Observasi Langit - Februari 2022

Sepanjang bulan Februari, Anda dapat menemukan Venus dan Mars yang terbit sekitar 3-4 jam sebelum fajar serta Uranus yang tampak selama 3-4 jam setelah senja di sisi barat langit malam. Venus sendiri akan mencapai kecerlangan tertingginya pada 9 Februari 2022, dengan magnitudo -4,6. Jupiter dapat ditemui sejak senja di sisi barat langit malam sepanjang separuh awal Februari. Saturnus baru dapat diamati kembali pada akhir bulan, dengan waktu terbit yang masih mendekati awal fajar. Di sisi lain, Merkurius akan dapat ditemui di langit menjelang fajar setelah 5 Februari 2022, dengan *altitude* tertinggi 25° saat fajar tanggal 12 Februari 2022.

Pada bulan ini, langit malam akan diramaikan dengan puncak hujan meteor α -Centaurid. Titik radian hujan meteor berada di posisi paling tinggi di langit menjelang fajar sehingga hujan meteor akan lebih mudah ditemui jika pengamatan dilakukan pada dini hari.

Jika ingin mengamati *Deep Sky Object* (DSO) dari tempat yang relatif minim polusi cahaya, gugus bintang terbuka IC 2581 dapat Anda amati sepanjang bulan ini. Gugus ini memiliki magnitudo semu sebesar 4,3 sehingga dapat dikenali dengan binokular maupun teleskop kecil. IC 2581 akan tampak sepanjang malam dan mencapai titik tertingginya di langit pada sekitar tengah malam. Anda dapat menemukan gugus bintang ini dengan mencari rasi bintang Carina di sisi selatan langit, berposisi dekat dari bentangan Bimasakti.

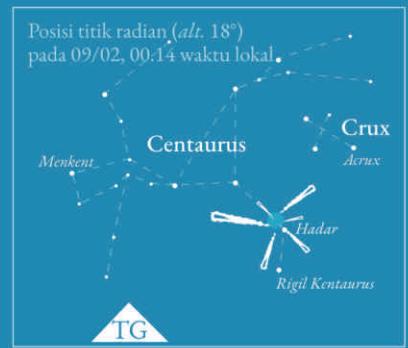


Fase Bulan & waktu kenampakannya	01/02	08/02	16/02	24/02
Tanggal	01/02	08/02	16/02	24/02
Terbit	05.38	11.36	17.23	23.21
Terbenam	18.34	23.43	05.26 (17/02)	12.15 (25/02)

Konjungsi	Waktu kejadian (WIB) dan sudut pisah	Waktu kenampakan planet (waktu lokal)
Bulan - Jupiter	03/02, 04.10 ($4^\circ 19'$)	senja - 19.41
Merkurius - Pluto	13/02, 02.09 ($2^\circ 51'$)	04.07 - fajar
Venus - Mars	13/02, 09.38 ($6^\circ 34'$)	03.11 - fajar
Bulan - Venus	27/02, 13.30 ($8^\circ 44'$)	02.51 - fajar
Bulan - Mars	27/02, 15.59 ($3^\circ 31'$)	02.57 - fajar

Hujan meteor α -Centaurid

Rasi bintang Centaurus
Periode penampakan 28/01 - 21/02
Tanggal puncak 08 Februari 2022
Waktu tampak 21.48 - fajar
Frekuensi (ZHR) 6 meteor/jam



Gambar 1. Citra IC 2581 (kiri) dan finder chart IC 2581 di sekitar rasi Carina, Centarus, dan Vela (kanan). © SDSS (citra), theskylive.org (finder chart)



Bulan Maret 2022 diramaikan dengan 11 kejadian konjungsi, baik Bulan-planet maupun planet-planet, serta puncak hujan meteor γ -Normid. Pada paruh awal Maret, Venus dan Mars akan terbit pada dini hari (sekitar 03.00 waktu lokal), sedangkan Merkurius dan Saturnus terbit menjelang fajar. Semakin bergeser menuju akhir bulan, waktu terbit Saturnus akan mendekati waktu terbit Venus dan Mars (02.30 - 03.00 waktu lokal), sedangkan waktu terbit Merkurius akan semakin mundur hingga menghilang dari langit fajar. Jupiter akan tampak pada langit fajar menjelang akhir Maret, menyusul 3 planet lain. Uranus menjadi satu-satunya planet yang dapat ditemui pada langit selepas senja, namun akan hilang dari langit malam pada akhir bulan Maret.

Salah satu DSO yang dapat diamati sepanjang bulan ini adalah IC 2602 atau *Theta Carinae Cluster*. Gugus bintang terbuka ini memiliki magnitudo semu sebesar 1,9 sehingga sangat mudah dikenali dengan binokular maupun teleskop kecil pada kondisi langit minim polusi cahaya. Terangnya gugus dan sebaran bintang yang cukup lebar ($50'$) membuat IC 2602 juga dijuluki *the Southern Pleiades*. Bentangan gugus yang lebar ini membuat pengamatan gugus disarankan menggunakan *wide-angle eyepiece*. Posisi IC 2602 cukup dekat dengan IC 2581 (lihat halaman sebelumnya) sehingga cara mencarinya relatif sama, namun dengan posisi yang lebih selatan dari IC 2581.

Gambar 2. Finder chart IC 2581 di sekitar rasi Carina, Centarus, dan Vela (kiri), serta citra IC 2581 (kanan).

© theskylive.org (finder chart), Tel Lekatsas/CC-BY-2.0. (citra)

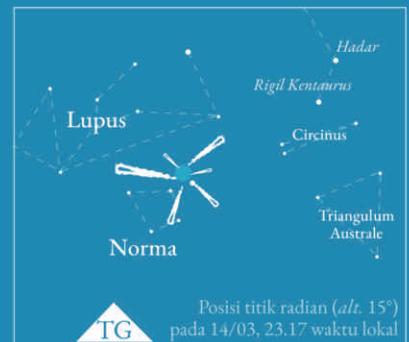


Fase Bulan & waktu kenampakannya	03/03	10/03	18/03	25/03
Tanggal	03/03	10/03	18/03	25/03
Terbit	06.14	11.52	18.11	23.11
Terbenam	18.50	23.51	06.37 (19/03)	12.10 (26/03)

Konjungsi	Waktu kejadian (WIB) dan sudut pisah	Waktu kenampakan planet (waktu lokal)
Bulan - Merkurius	01/03, 03.06 ($3^{\circ}43'$)	04.24 - fajar
Bulan - Saturnus	01/03, 06.46 ($4^{\circ}17'$)	04.30 - fajar
Merk. - Saturnus	02/03, 19.34 ($0^{\circ}41'$)	04.27 - fajar
Mars - Pluto	04/03, 08.43 ($0^{\circ}58'$)	02.53 - fajar
Venus - Pluto	05/03, 19.09 ($5^{\circ}38'$)	02.49 - fajar
Venus - Mars	12/03, 20.12 ($3^{\circ}59'$)	02.49 - fajar
Bulan - Mars	28/03, 09.54 ($4^{\circ}06'$)	02.36 - fajar
Bulan - Venus	28/03, 16.50 ($6^{\circ}40'$)	02.52 - fajar
Bulan - Saturnus	28/03, 21.10 ($4^{\circ}11'$)	02.57 - fajar
Venus - Saturnus	29/03, 20.07 ($2^{\circ}09'$)	02.52 - fajar
Bulan - Jupiter	30/03, 21.36 ($3^{\circ}31'$)	04.44 - fajar

Hujan meteor γ -Normid

Rasi bintang
Norma
Periode penampakan
25/02 - 28/03
Tanggal puncak
14 Maret 2022
Waktu tampak
21.46 - fajar
Frekuensi (ZHR)
6 meteor/jam



Panduan Observasi Langit - Mengamati Komet

Gambar 1. Citra komet C/2014 Q2 (Lovejoy) yang dipotret dari Observatorium Bosscha pada 15 Januari 2015.

Panel kiri menunjukkan perbesaran pada citra komet, sedangkan panel kanan menunjukkan tampak komet tersebut di langit malam.

© Observatorium Bosscha / M. Yusuf dan Agus Triono P.J.



Komet adalah benda kecil Tata Surya yang didominasi kandungan es, berasal dari wilayah tepian Tata Surya (di luar orbit Neptunus), serta memiliki orbit yang berbentuk elips. Ketika menuju titik *perihelion* atau posisi terdekat dengan Matahari, komet akan memanas hingga terjadi proses *outgassing* (penguapan dan penyemburan gas), dengan pancaran gas menjauhi arah Matahari. Semburan gas akan semakin menguat ketika komet semakin mendekati Matahari. Cahaya Matahari yang melewati semburan tersebut akan terhambur hingga membuat komet tampak di langit seperti bintang yang memiliki rambut atau ekor bercahaya. Kenampakan itulah yang menjadi asal penyebutan komet, yang berasal dari bahasa Yunani "*kometes*" dengan arti "berambut panjang".

Upaya pengamatan dan pengukuran komet secara ekstensif telah berlangsung dan dikembangkan sejak abad ke-16. Informasi yang telah terkumpul hingga saat ini memungkinkan kita untuk memprediksi waktu kemunculan komet di langit, seperti halnya planet ataupun bintang. Dengan bekal informasi dan perangkat pengamatan yang memadai, pengamatan komet saat ini cukup mudah untuk dilakukan. Komet-komet yang tampak terang bahkan dapat diamati langsung dengan mata telanjang. Sebelum mulai mencari dan memotret komet, ada baiknya jika Anda memerhatikan beberapa tips berikut.

Waktu dan tempat pengamatan

Komet dapat diamati saat mendekati Matahari dan berada dekat dengan Bumi. Untuk mendapatkan informasi posisi objek di langit dari waktu ke waktu, gunakan tabel efemeris (seperti *Tabel 1*) yang tersedia pada beberapa situs daring astronomi. Informasi mengenai rasi bintang yang melatarbelakangi komet saat tampak juga diberikan pada tabel sehingga Anda dapat memperkirakan waktu dan posisi komet di langit dengan menggunakan peta bintang dalam bentuk cetak maupun digital melalui aplikasi pada perangkat gawai pintar.

Perlu diketahui bahwa magnitudo komet yang tercantum pada tabel efemeris merupakan sebuah perkiraan. Hal ini terjadi karena kecerlangan komet bergantung pada laju penguapan yang dapat berbeda pada setiap waktu. Pada waktu pengamatan, komet dapat tampak lebih terang maupun lebih redup dari perkiraan.

Seperti bintang dan planet, komet akan tampak lebih terang jika diamati dari posisi tertingginya di langit. Namun beberapa komet ditemui pada posisi tertingginya sesaat setelah senja atau tepat sebelum fajar. Dalam kondisi ini, waktu terbaik untuk memotret komet adalah 60 menit sebelum Matahari terbit atau 60 menit setelah Matahari terbenam. Waktu tersebut bertepatan dengan kondisi langit yang dikenal sebagai fajar/senja nautikal.

Fase Bulan yang muncul di lokasi pada malam pengamatan menentukan terang atau gelapnya langit. Cahaya Bulan yang terang dapat mengurangi kecerlangan komet yang relatif redup, sehingga disarankan untuk melakukan pengamatan saat fase Bulan baru atau sabit. Selain waktu, tempat pengamatan juga perlu diperhatikan. Lokasi pengamatan disarankan memiliki kondisi langit yang terbuka, minim polusi cahaya, dan aman untuk ditempati.

Instrumen pengamatan

Jika komet yang diamati relatif terang (magnitudo < 6), Anda dapat mengamatinya langsung dengan mata telanjang atau menggunakan binokular. Untuk komet yang lebih redup, penggunaan teleskop optik dengan diameter minimal 10 cm akan membantu pengamatan Anda.

Jika ingin melakukan pemotretan astrofotografi, pastikan kamera telah dilengkapi dengan tripod dalam kondisi baik agar kamera dapat diarahkan dengan mudah. Anda juga dapat menggunakan 1 set teleskop yang telah dilengkapi dengan detektor DSLR. Selain itu, gunakan format gambar terbaik yang dapat dihasilkan pada pengaturan kamera, baik itu RAW maupun format lain jika tidak dimungkinkan. Pengaturan ini bertujuan agar Anda dapat melakukan pengolahan citra dengan mudah.

Tips astrofotografi untuk kamera DSLR

Jika ingin menggunakan kamera DSLR, penjelasan berikut dapat menjadi pertimbangan bagi Anda selama melakukan pemotretan komet.

1. Atur bukaan (aperture) pada 1 atau 2 stop di bawah maksimum, sehingga mendapatkan hasil citra yang tajam. Selain itu, atur fokus pada panjang tak hingga atau gunakan alat bantu fokus seperti *Bahtinov mask*.

2. Gunakan "*rule 500*" atau aturan sejenis yang sesuai bagi kamera Anda untuk penentuan *shutter speed*. Bintang di sekitar komet mungkin akan tampak lonjong jika *shutter speed* yang didapat terlalu lama. Namun karena target pengamatan adalah komet, maka hasil tersebut dapat ditolerir.

3. Pastikan terlebih dahulu medan pandang (FOV) yang Anda inginkan sebelum mengatur waktu bukaan dan ISO. Beberapa komet terang mungkin memiliki ekor yang cukup panjang, sehingga butuh memilih antara memotret komet sepenuhnya atau fokus pada inti komet saja. Pengolahan citra juga akan bergantung pada hasil akhir yang Anda harapkan, baik citra komet tunggal maupun citra komet dengan latar depan pemandangan tertentu.

4. Jika ingin memotret komet dengan FOV sempit, Anda dapat mencoba memastikan posisi komet dengan mengambil citra di area pandang komet dengan lensa 50 mm, waktu bukaan 1 menit, dan ISO 1600. Jika komet telah ditemukan pada citra tersebut (dalam bentuk gumpalan buyar di antara bintang-bintang), arahkan kamera tepat ke posisi komet, gunakan lensa dengan panjang fokus 200 - 300 mm, dan lakukan pemotretan dengan waktu bukaan sekitar 30 detik sebanyak beberapa kali untuk dilakukan *stacking* saat pengolahan citra.

Tabel 1. Data efemeris komet-komet yang akan muncul sepanjang tahun 2022, berdasarkan catatan pada 27 Desember 2021.

Komet	Periode pengamatan	Mencapai <i>perihelion</i>	Perkiraan magnitudo	Waktu lokal pengamatan	Rasi latar
C/2021 A1 (Leonard)	18/12 - 07/01	2 Jan. 2022	5,1	senja - 19.24	Piscis Austrinus
104P/Kowal	22/12 - 31/01	12 Jan. 2022	9,0	senja - 23.18	Cetus
19P/Boreilly	12/01 - 21/02	2 Feb. 2022	9,0	senja - 23.18	Pisces
73P/Schwassmann-Wachmann	03/08 - 12/09	24 Agu. 2022	11,1	senja - 21.28	Virgo
118P/Schoemaker-Levy	04/11 - 14/12	25 Nov. 2022	11,1	23.26 - fajar	Cancer
81P/Wild	24/11 - 03/01	15 Des. 2022	10,5	01.55 - fajar	Piscis Austrinus

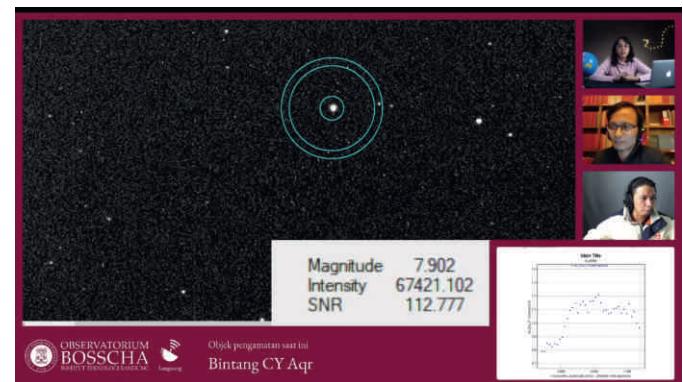
Melalui rubrik ini, kami rangkum kegiatan Observatorium Bosscha yang telah terlaksana sejak pertengahan September hingga Desember 2021.

Kegiatan Rutin Penjangkauan Publik

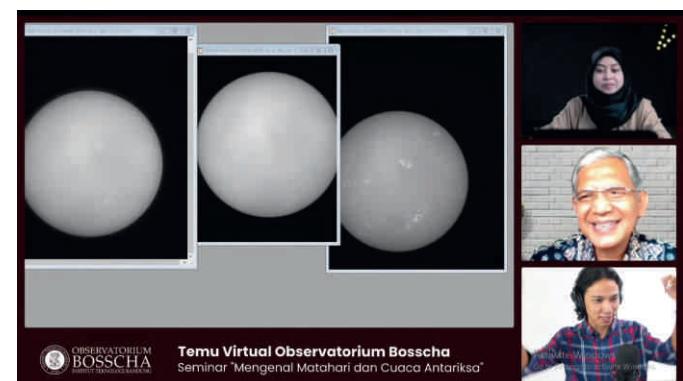
Pengamatan Virtual Langit Malam (PVLM) telah menjadi kegiatan rutin pada musim kemarau sejak pandemi melanda Indonesia. PVLM pada 2 Oktober 2021 mengangkat cerita “Pengamatan Bintang Variabel”, atau bintang yang kecerlangannya berubah-ubah. Dipandu oleh Cinta Vidante, S.Si., berbagai cerita mulai dari sejarah pengamatan, pengukuran kecerlangan, sampai jenis-jenis bintang variabel disampaikan oleh dosen Astronomi ITB yaitu Evan Irawan Akbar, M.Si. Selain itu, penonton juga diajak secara langsung untuk mengamati bintang variabel dan perubahan kecerlangannya yang disajikan dalam grafik (kurva cahaya) seperti pada *Gambar 1*. Sesi pengamatan dipandu oleh Muhammad Yusuf, S.Si., astronom dari Observatorium Bosscha. PVLM ini merupakan episode terakhir dalam rangkaian PVLM tahun 2021.

Kegiatan lain yang diselenggarakan Observatorium Bosscha adalah Temu Virtual (TV), program rangkaian webinar yang diperuntukkan bagi publik. Kegiatan bertajuk “Mengenal Matahari dan Cuaca Antariksa” ini terlaksana pada 25 September 2021. Kegiatan dipandu oleh Luthfiandari, M.Si. serta diisi oleh Dr. Dhani Herdiwijaya, dosen Astronomi ITB sebagai narasumber yang bercerita mengenai dinamika fisis di Matahari, penyebab dari cuaca antariksa, dan dampak cuaca antariksa. Beriringan dengan itu, pengamatan Matahari juga dilakukan secara langsung oleh Muhammad Yusuf, S.Si., astronom dari Observatorium Bosscha (*Gambar 2*). Melalui kegiatan ini, kami berharap dapat mengenalkan dinamika Matahari dan berbagai fenomena cuaca antariksa serta dampaknya terhadap Bumi.

Menyasar pemirsa yang lebih spesifik, Observatorium Bosscha juga menyelenggarakan



Gambar 1. Pengamatan bintang CY Aqr (yang berada di dalam lingkaran biru) dari Observatorium Bosscha. Grafik di kanan bawah merupakan plot kecerlangan bintang terhadap waktu (kurva cahaya).



Gambar 2. Pengamatan Matahari pada Temu Virtual 2021 menggunakan tiga set teleskop dan kamera dalam panjang gelombang yang berbeda.



Gambar 3. Pemaparan topik "Eksplorasi Ruang Angkasa" dalam KDA bersama SD YPJ Tembagapura, Papua

layanan daring lain yaitu Kelas Daring Astronomi (KDA). KDA dihadirkan sebagai suplemen pembelajaran sains khususnya astronomi yang diajarkan di sekolah. Dalam pelaksanaannya, KDA berusaha memastikan ketersampaian materi dengan menggunakan konten dan metode penyampaian (termasuk lembar kerja atau alat peraga) yang sesuai dengan kebutuhan peserta. Salah satu contohnya adalah penyampaian materi 'Eksplorasi Ruang Angkasa' untuk SD YPJ

Tembagapura (*Gambar 3*) dan SD YPJ Kuala Kencana di Papua serta penyampaian materi 'Siang dan Malam' dengan menggunakan lembar kerja siswa untuk peserta dari SDK Cita Hati.

Sejak 22 September 2021, Observatorium Bosscha sudah mengadakan 17 kegiatan pembelajaran dari 17 sekolah dan menjangkau 2.257 guru serta siswa SD, SMP, dan SMA. Program KDA pada tahun ini telah berakhir pada bulan November 2021 dan akan dilanjutkan mulai Januari 2022.

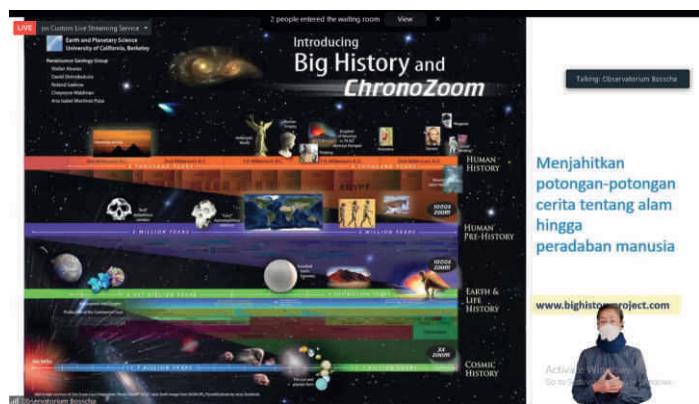
Lokakarya "Mengenali Minat dan Kebutuhan Mempelajari Bumi dan Alam Semesta, dan Upaya Belajar Jarak Jauh"

Sepanjang tahun 2021, Observatorium Bosscha telah menyiapkan bahan bantu ajar untuk tingkat sekolah dasar dan menengah, terutama dalam topik astronomi, sebagai suplemen pembelajaran jarak jauh. Interaksi dengan guru mengenai bahan bantu ajar diperlukan agar diperoleh pemahaman dan kesuksesan penyampaian materi kepada siswa. Interaksi tersebut terwujud dalam bentuk rangkaian lokakarya "Mengenali Minat dan Kebutuhan Mempelajari Bumi dan Alam Semesta, dan Upaya Belajar Jarak Jauh". Program ini berada di bawah proyek yang didukung oleh IAU *Office of Astronomy for Development* (OAD) untuk dilaksanakan pada tahun 2021. Pada 11 Desember 2021, lokakarya ke-4 dengan topik "Sejarah Alam Semesta dan Kehidupan di Bumi" telah terlaksana dan dihadiri oleh 198 orang guru. Secara umum, kegiatan ini dibagi menjadi dua materi utama yaitu sejarah alam semesta serta air.

Penyampaian materi pertama dilakukan oleh Premana W. Premadi, Ph.D., mengenai sejarah alam semesta, mulai dari pembentukan semesta hingga peradaban manusia saat ini (*Gambar 4*). Beriringan dengan itu, terdapat 3 aktivitas yang dipandu oleh Luthfiandari, M.Si., yaitu skala waktu sejarah alam semesta menggunakan bentangan pita (*Gambar 5*), pemodelan kawah tumbukan dengan tepung dan batu kerikil, dan pencegahan polusi cahaya dengan penggunaan tudung lampu. Materi kedua mengenai air

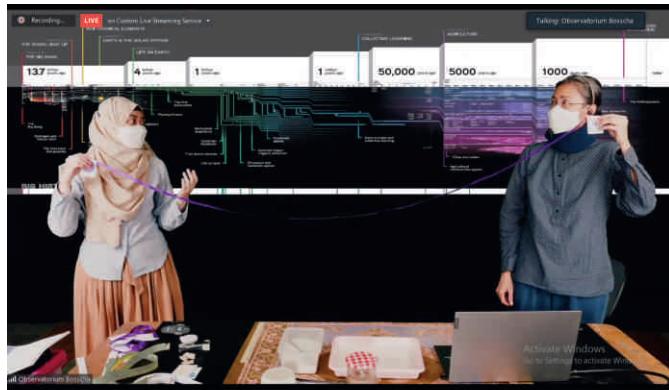
disampaikan oleh Ir. Cara Rusdi Pitono dari Ganesha 83 Foundation. Bagian ini membahas secara rinci mengenai air sebagai kebutuhan kehidupan, siklus air, pemanfaatan air yang berkaitan dengan teknologi modern (*Gambar 6*), dan masalah kelangsungan hidup berkelanjutan. Lokakarya diakhiri dengan tanya jawab dan diskusi bersama para guru.

Kegiatan ini merupakan lokakarya terakhir yang diselenggarakan pada tahun 2021. Observatorium Bosscha berharap dapat terus terhubung dengan para peserta dan melanjutkan program edukasi astronomi untuk guru dan fasilitator pendidikan melalui berbagai program di masa depan.

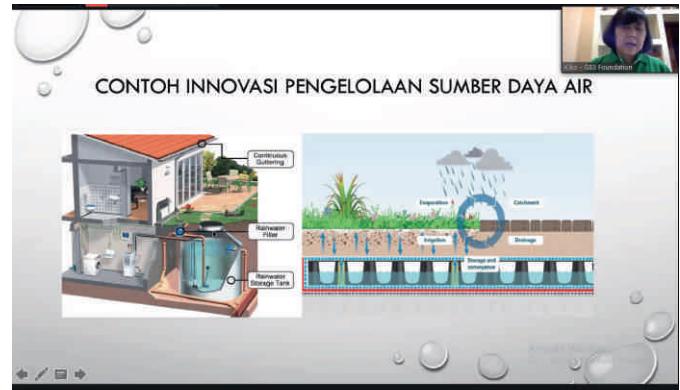


Gambar 4. Tenunan cerita-cerita yang disampaikan di lokakarya mengenai alam semesta hingga perkembangan peradaban manusia. Tenunan ini mengikuti skenario yang dirintis oleh Big History Project.

■ Agenda Observatorium



Gambar 5. Mengukur waktu alam semesta menggunakan bentangan pita. Panjang pita suatu peristiwa dari “masa kini” (sebelah kanan gambar) dapat diukur dari selisih waktu terjadinya peristiwa dengan waktu terjadinya Big Bang lalu dikalikan dengan panjang pita.



Gambar 6. Contoh inovasi pengelolaan sumber daya air. Ilustrasi di sisi kanan menunjukkan air dari talang (rain storage tank) digunakan untuk bukan keperluan minum. Ilustrasi di sisi kiri menunjukkan irigasi menggunakan prinsip kapilaritas air di Timur Tengah.

SPA 2021 dan Virtual Open House Observatorium Bosscha

Memperingati 70 tahun pendidikan astronomi di Indonesia, Kelompok Keahlian Astronomi ITB menyelenggarakan Seminar Peringatan 70 Tahun Pendidikan Tinggi Astronomi di Indonesia yang terbagi menjadi Seminar Pendidikan dan Seminar Panorama Antariksa (SPA). Sebanyak 10 orang komunikator dan astronom dari Observatorium Bosscha berpartisipasi dalam SPA dalam bentuk presentasi maupun poster (*Gambar 7* dan *8*) yang diselenggarakan pada 30 Oktober 2021 secara daring. *Tabel 1* merupakan daftar kontributor beserta judul kontribusinya dalam SPA.

Pada tanggal yang sama, peringatan 70 tahun pendidikan tinggi astronomi ditutup dengan *Virtual Open House* Observatorium Bosscha.

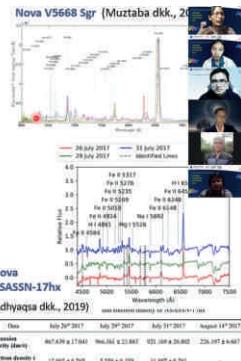
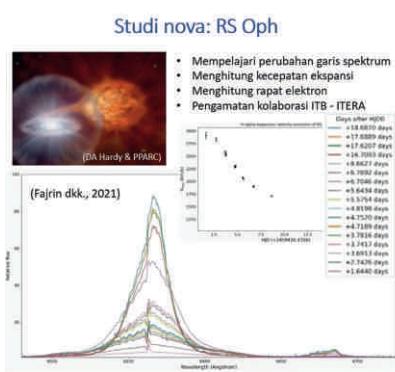
Tim Observatorium Bosscha mengajak rekan-rekan yang hadir untuk melihat berbagai teleskop seperti Refraktor Ganda Zeiss, STEVia, dan *Bosscha Robotic Telescope* (BRT). Kondisi teleskop saat ini serta penelitian yang sudah dilakukan menggunakan instrumen yang ada turut diceritakan sepanjang agenda berlangsung (*Gambar 9*). Tidak hanya penelitian, aktivitas pendidikan dan pengabdian masyarakat dari Observatorium Bosscha juga disampaikan. Sebagai penutup, Prof. Ir. Wahyu Srigutomo Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Alam (FMIPA) ITB melakukan percobaan kendali jarak jauh BRT yang dipandu oleh Muhammad Yusuf, S.Si. (*Gambar 10*).



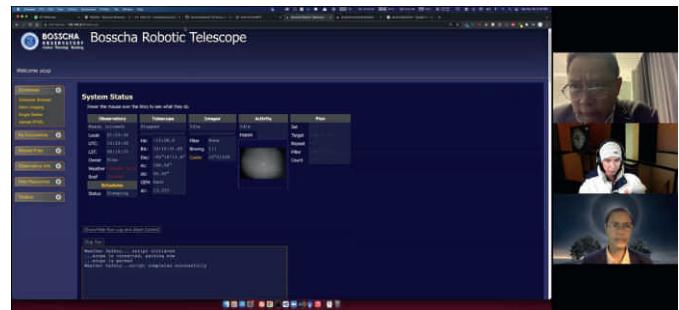
Gambar 7. Presentasi SPA 2021 dengan tajuk “Bosscha Robotic Telescope: Status Terkini” oleh Muhammad Yusuf, S.Si.



Gambar 8. Penjelasan mengenai salah satu program Observatorium Bosscha, yaitu PVLM, pada presentasi SPA 2021 yang bertajuk “Menjangkau Publik selama Pandemi: Pelajaran dan Potensi Baru”, disampaikan oleh Yatny Yulianty, M.Si.



Gambar 9. Pengamatan spektroskopi yang telah dilakukan di Observatorium Bosscha. RS Oph adalah objek pengamatan spektroskopi (resolusi tinggi) terkini yang dilakukan bekerjasama dengan Institut Teknologi Sumatera (ITERA)



Gambar 10. Percobaan kendali jarak jauh Bosscha Robotic Telescope oleh Dekan FMIPA ITB, Prof. Ir. Wahyu Srigutomo, Ph.D., yang dipandu oleh Muhammad Yusuf, S.Si. dan Premana W. Premadi, Ph.D.

Tabel 1. Daftar nama kontributor dan kontribusi Observatorium Bosscha dalam agenda SPA 2021.

Nama	Bentuk kontribusi	Judul kontribusi
Irfan Imaduddin, S.Si.	Presentasi	"100 Tahun Pengamatan Bintang Ganda di Observatorium Bosscha: Benarkah Objek yang Diamati Itu Secara Fisis Ganda?"
Mochamad Irfan, M.Si.	Presentasi	"Menilik Drainase di Observatorium Bosscha" "Pembangkitan Sinyal PWM Periode Dua Detik Menggunakan Arduino Uno Untuk Relai Regulator Motor Tracking Teleskop Zeiss"
Muhammad Yusuf, S.Si.	Presentasi	"Pengamatan Bintang Ganda dengan Bosscha Robotic Telescope" "Bosscha Robotic Telescope: Status Terkini"
Premana W. Premadi, Ph.D.	Presentasi	"Fasilitator Pendidikan Sains: Profesi yang Perlu Dikembangkan"
Yatny Yulianty, M.Si.	Presentasi	"Menjangkau Publik selama Pandemi: Pelajaran dan Potensi Baru"
Agus Setiawan, S.ST.	Poster	"Motorisasi Sistem Buka - Tutup Atap Gedung Surya di Observatorium Bosscha"
Agus T. P. Jatmiko, M.Si.	Poster	"Project BEACON: Program Pengamatan Okultasi di Observatorium Bosscha"
Denny Mandey, M.Si.	Poster	"Survei Variabilitas di Gugus Bintang Terbuka"
Maman Sulaeman, S.T.	Poster	"Sistem Panel Listrik untuk Buka Tutup Atap Surya di Observatorium Bosscha"
Sahlan Ramadhan, M.Si.	Poster	"Pengembangan Sistem Pemantauan Kondisi Seeing Langit Malam di Observatorium Bosscha"

Perawatan Instrumen dan Pengarsipan di Gedung Koepel

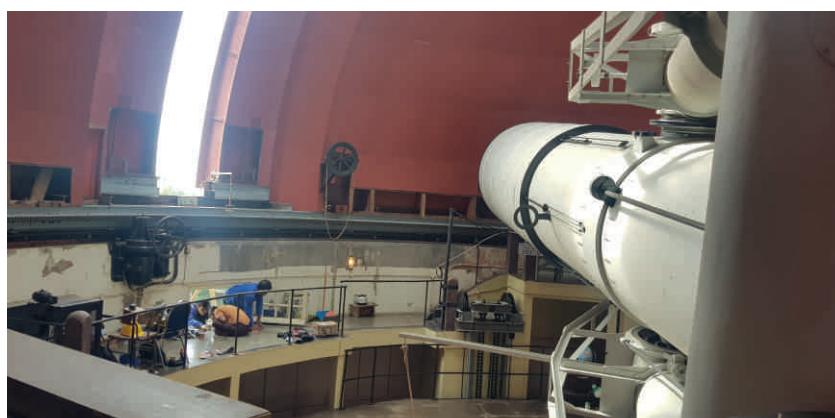
Teleskop Refraktor Ganda Zeiss merupakan teleskop terbesar di Observatorium Bosscha. Dalam rangka memastikan bahwa Teleskop Zeiss dan Gedung Koepel berada dalam kondisi yang baik, perawatan instrumen dan perbaikan fasilitas dilakukan oleh tim beranggotakan 8 orang teknisi internal di bawah arahan Mochamad Irfan, M.Si. Sejak September 2021, telah dilakukan perbaikan kubah Gedung Koepel (*Gambar 11 dan 12*), karakterisasi ulang instrumen, dan pembersihan fasilitas pembantu pengamatan, seperti kisi (*grating*).

Selain melakukan perawatan, Observatorium Bosscha berupaya untuk menghidupkan kembali program pengamatan bintang ganda yang telah menjadi pekerjaan utama Teleskop Zeiss sejak tahun 1920-an. Salah satu upaya yang sudah dilakukan adalah menata ulang *database* hasil pengamatan bintang ganda di Observatorium Bosscha selama 100 tahun ke belakang yang

dilakukan pada tahun 2021. *Database* tersebut kemudian akan digunakan sebagai basis penilaian dalam menentukan prioritas objek target pada program pengamatan di masa depan. Pekerjaan ini dilakukan oleh tim beranggotakan 4 mahasiswa sarjana dan magister Astronomi ITB, yang dipimpin oleh Mochamad Irfan, M.Si. Hasil pendataan tersebut telah disampaikan oleh Irfan Imaduddin, S.Si. di Seminar Panorama Antariksa (SPA) pada 31 Oktober 2021.

Teknisi yang terlibat dalam aktivitas perawatan Atep Saeful Rochman, Cucu Obeng, Iwa Sutisna, Dedi Suherli, Dadan Rikmanto, Uce, Lili Mulyana, dan Rudi Hamdani.

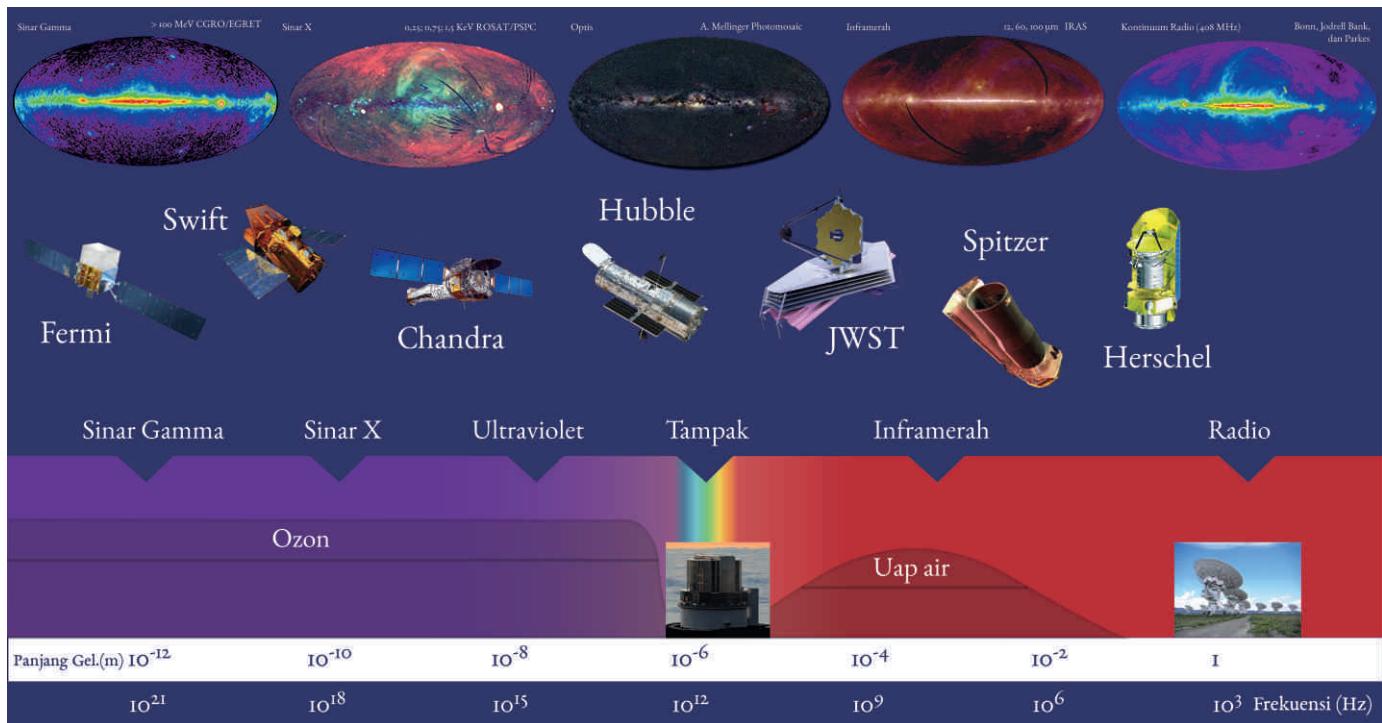
Anggota tim penelitian bintang ganda Irfan Imaduddin, S.Si., Cinta Vidante, S.Si., Bakuh Danang Setyo Budi, dan Satrio Fatkhusalma.



Gambar 11 (atas). Kondisi interior Gedung Koepel saat perbaikan sisi dalam kubah pada akhir Desember 2021.

Gambar 12 (kanan). Pekerjaan pemasangan talang pada sisi luar kubah yang dilakukan oleh 3 orang teknisi Observatorium Bosscha.





Gambar 1. Ilustrasi pengamatan pada berbagai panjang gelombang, dengan instrumen pengamatan yang mengamatinya.

© Observatorium Bosscha / Cinta Vidante (ilustrasi), NASA dan NAOJ (foto instrumen)

Setiap objek di alam semesta memancarkan sebagian besar energinya dalam bentuk radiasi pada panjang gelombang elektromagnetik tertentu. Setiap radiasi mengandung informasi unik mengenai proses fisika yang terjadi bersama-sama sumbernya. Sebagai contoh, gelombang radio dideteksi untuk mengindera area bertemperatur rendah seperti debu dan gas dingin pada sebuah galaksi maupun elektron berenergi tinggi yang dipercepat oleh medan magnet kuat. Hal ini berbeda dengan sinar gamma yang bersifat seperti partikel dan ditangkap untuk melacak peristiwa ekstrim berenergi tinggi seperti ledakan supernova atau gas panas di sekitar lubang hitam.

Astronomi modern menggunakan berbagai bentuk informasi tersebut untuk mendapatkan gambaran utuh tentang alam semesta. Observasi tiap jenis radiasi tentu memerlukan peralatan dan situasi khusus agar informasi terbaik dapat ditangkap. Beberapa di antaranya dapat diamati dari permukaan Bumi, seperti sinar tampak dan radio. Sedangkan radiasi lain sulit diamati dari permukaan Bumi karena diserap oleh komponen atmosfer. Meski secara prinsip bermanfaat bagi keselamatan kehidupan di Bumi, penyerapan ini

menghalangi para pengamat untuk menangkap radiasi yang dipancarkan objek pada panjang gelombang tersebut. Radiasi tertentu seperti inframerah atau radio masih dapat diamati di tempat yang cukup tinggi agar tidak terhalang oleh senyawa penyerap. Namun bagi radiasi lain, pengamatan di atas atmosfer Bumi menjadi kebutuhan yang dijawab oleh keberadaan teleskop luar angkasa.

Ilustrasi di atas menyajikan citra Bimasakti pada berbagai panjang gelombang, dengan informasi yang berbeda. Citra radio menunjukkan distribusi plasma (gas panas terionisasi) serta daerah dengan medan magnet kuat. Citra inframerah menunjukkan persebaran debu antarbintang dan situs-situs pembentukan bintang di galaksi kita. Citra visual menunjukkan persebaran cahaya dari bintang-bintang yang tersebar di Galaksi. Sedangkan citra sinar-X melengkapi informasi persebaran gas panas serta gas dingin penyerap radiasi sinar-X berenergi rendah. Citra sinar gamma memperlihatkan interaksi sinar kosmik dengan awan antarbintang serta posisi pulsar berenergi tinggi pada Galaksi kita.

Berikut adalah daftar referensi yang kami manfaatkan dalam penulisan artikel yang dimuat pada *NEBULA* edisi ini dan dapat Anda pelajari lebih lanjut. Tautan pada sumber yang kami berikan adalah referensi yang dapat diakses oleh publik secara terbuka (*public domain* atau *open access*). Jika Anda mengakses *NEBULA* secara digital, Anda dapat menekan tautan yang tercetak warna biru untuk langsung mengakses halaman yang diinginkan.

Ulasan Astronomi - James Webb Space Telescope, Era Baru Penjelajahan Semesta

European Space Agency. *Official ESA Hubble Space Telescope Web Sites*. Terakhir diakses pada 4 Januari 2022 di <https://esahubble.org/>.

Space Telescope Science Institute. *James Webb Space Telescope Website*. Terakhir diakses pada 4 Januari 2022 di <https://webbtelescope.org/>.

Ulasan Astronomi - JWST, Mata Baru Pengamatan Eksoplanet

Fraknoi, A., dkk. 2018. 'Planets beyond the Solar System: Search and Discovery", *Astronomy*. Houston: Rice University. Terakhir diakses pada 4 Januari 2022 di <https://openstax.org/books/astronomy/pages/21-4-planets-beyond-the-solar-system-search-and-discovery>.

NASA. *Exoplanet Exploration: Planets Beyond Our Solar System*. Terakhir diakses pada 4 Januari 2022 di <https://exoplanets.nasa.gov/>.

Panduan Observasi Langit, Januari - Maret 2021

Ford, Dominic. 2011-2021. *Calendar of Astronomical Events 2021*. In-The-Sky.org. Terakhir diakses pada 4 Januari 2022 di <https://in-the-sky.org/newscale.php>.

Ensiklopedia Astronomi - Alam Semesta dalam Berbagai Panjang Gelombang

National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ). *Multiwavelength Universe*. Terakhir diakses pada 4 Januari 2022 di <https://www.nao.ac.jp/study/multiwave/en/>.