

Edisi Juli - September 2021

NEBULA

NEWSLETTER TIGA-BULANAN BOSSCHA

Agenda Observatorium

April - Juni 2021

Panduan Observasi Langit

Juli - September 2021

Ulasan Astronomi

*Tetangga yang Tak Kunjung Kita Temui
Kegigihan Manusia dalam Mencari Kehidupan*

Potret Bentangan Galaksi Bimasakti

© Observatorium Bosscha / M. Yusuf



Manusia adalah makhluk yang berkesadaran, berpikiran, dan berperasaan, yang membuatnya selalu mencari tahu tentang dirinya, lingkungannya, dan bagaimana relasi dirinya dengan yang lain. Manusia mengenali dirinya dengan merefleksi terhadap lingkungannya: orang-orang lain, makhluk hidup lain, segala sesuatu yang membuatnya dapat hidup, dan lain sebagainya.

Lebih luas lagi, manusia mengenali Bumi dengan mempelajari planet-planet lain di Tata Surya, juga planet-planet yang mengitari bintang-bintang lain di galaksi Bimasakti. Manusia mengapresiasi bagaimana Bumi dapat menopang berbagai jenis kehidupan setelah mengetahui uniknya kondisi Bumi. Eksplorasi detail beberapa objek pilihan di Tata Surya, utamanya planet Mars, memanfaatkan kemajuan teknologi pada berbagai aspek mulai dari peroketan hingga pengendalian jarak jauh untuk berbagai operasi rinci. Sementara, berbagai misi observasi landas Bumi maupun ruang angkasa, membuka wawasan kita tentang bagaimana relasi bintang-bintang berbagai usia di galaksi Bimasakti dengan sistem keplanetannya. Hingga kini, belum ditemukan planet lain yang kondisinya sama dengan Bumi.

NEBULA edisi ini mengajak pembaca untuk ikut menyelami berbagai upaya pencarian pertanda kehidupan di luar Bumi, pemikiran yang mendasarinya, dan bagaimana itu semua membangun pemahaman kita tentang kehidupan. Panduan untuk mengamati objek maupun fenomena astronomis menarik diharapkan semakin mendorong pembaca untuk melihat langit.

Selamat membaca. Semoga kita semakin menyadari betapa luar biasanya Bumi yang menjadi rumah kita bersama dan betapa kita semua perlu merawatnya.

Daftar Isi

02 - Ulasan Astronomi

"Tetangga" yang Tak Kunjung Kita Temui

08 - Ulasan Astronomi

Kegigihan Manusia dalam Mencari Kehidupan

12 - Panduan Observasi Langit, Juli - September

2021

Spesial: Mengamati Galaksi Bimasakti

17 - Agenda Observatorium, April - Juni 2021

22 - Kamus Kecil Astronomi



**OBSERVATORIUM
BOSSCHA**
Institut Teknologi Bandung

Diterbitkan pada Juli 2021
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

Sahlan Ramadhan
Muhammad Rezky
Ainun Nahdhia Azhari
Elika Prameswari
Mohammad Hafieduddin
Teduh Perhati

Kontributor

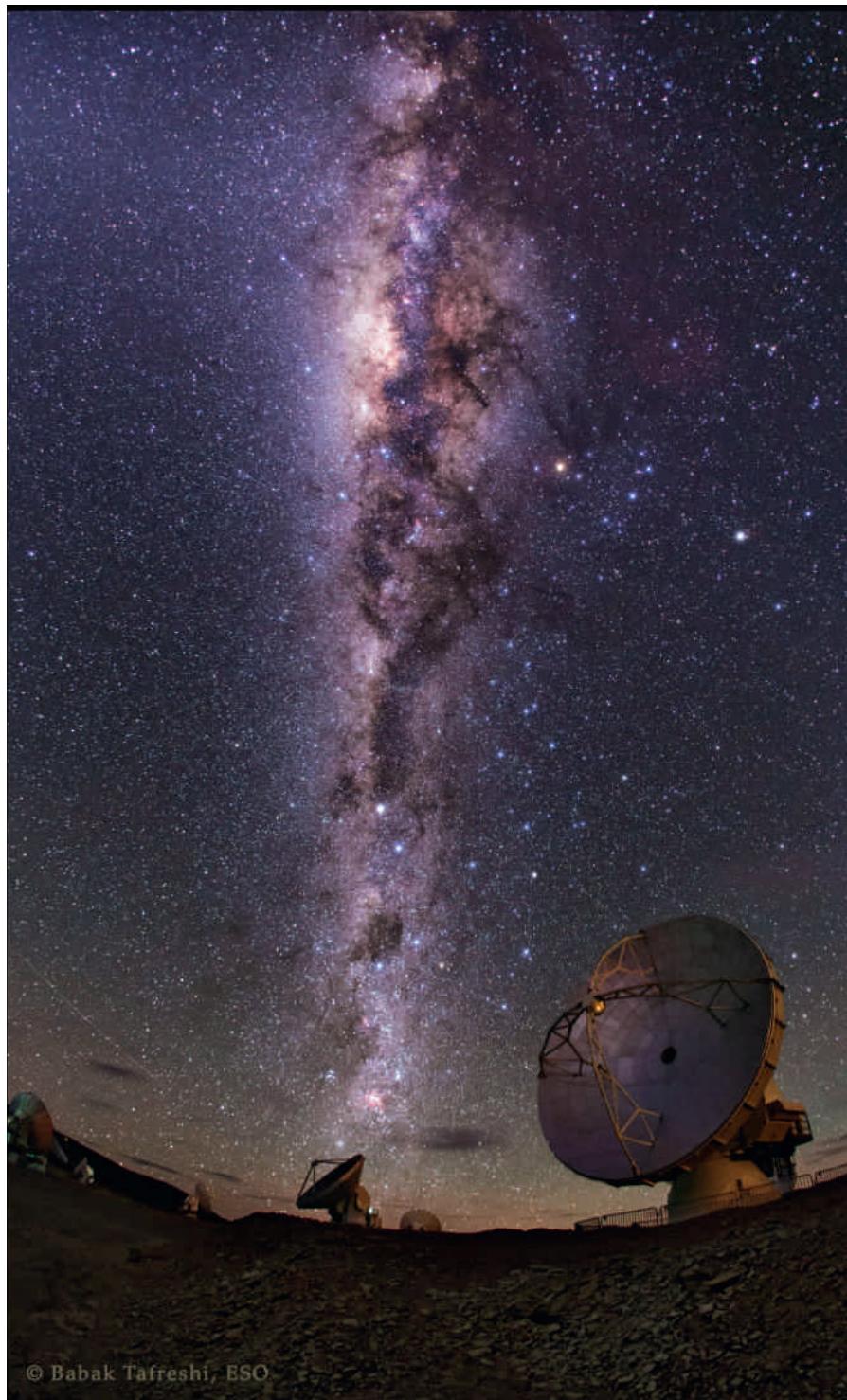
Aliyya Nur Rahma
Cinta Vidante
Tiara Andamari Saraswati

Grafis dan Ilustrasi

Cinta Vidante
Muhammad Rezky
Sahlan Ramadhan

"Tetangga" yang Tak Kunjung Kita Temui

oleh Tiara Andamari Saraswati



© Babak Tafreshi / ESO

Gambar 1. Kenampakan galaksi Bimasakti dari Gurun Atacama, Chile.

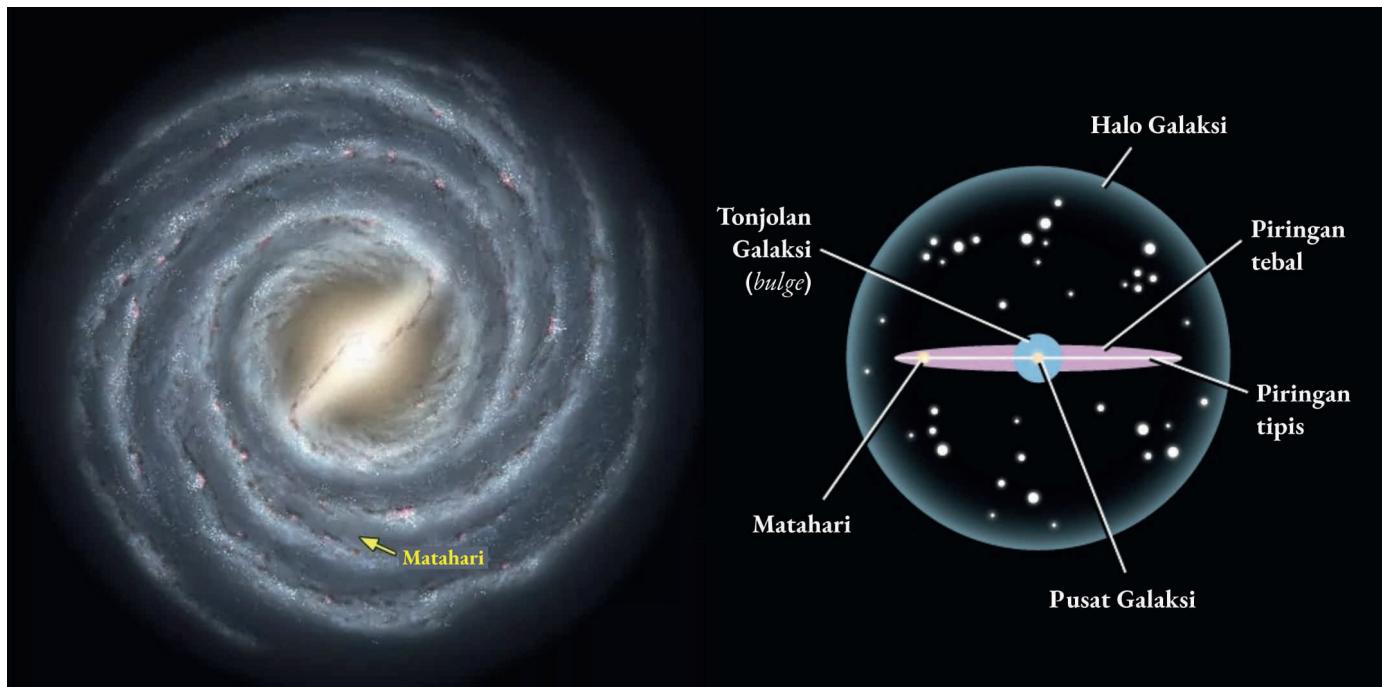
© Babak Tafreshi / ESO

Bagai wilayah perkotaan yang sibuk dan padat, itulah galaksi Bimasakti, tempat Tata Surya bersama jutaan sistem keplanetan lainnya berada.

Anggaplah Tata Surya sebagai sebuah desa. Di desa tersebut terdapat beberapa rumah —delapan planet di Tata Surya —termasuk di antaranya Bumi. Dari pengamatan benda-benda langit, diketahui bahwa ada banyak bintang lain yang juga dikitari oleh planet-planet seperti di Tata Surya. Sayangnya, "desa" paling dekat dengan Matahari—sistem keplanetan bintang Proxima Centauri —berjarak 4,2 tahun cahaya. Jauh sekali! Bagaimana caranya kita tahu bahwa rumah-rumah yang ada di desa lain berpenghuni? Apakah penghuninya mirip dengan kita?

Untuk menjawab pertanyaan tentang keberadaan "tetangga" kita, pengetahuan tentang "desa" dan "kota" tempat kita tinggal menjadi penting. "Kota" kita, galaksi Bimasakti, oleh manusia terlihat sebagai bentangan pita cahaya yang membelah gelapnya langit malam (*Gambar 1*). Beragam peradaban memiliki interpretasi tentang galaksi Bimasakti yang berbeda-beda.

■ "Tetangga" yang Tak Kunjung Kita Temui



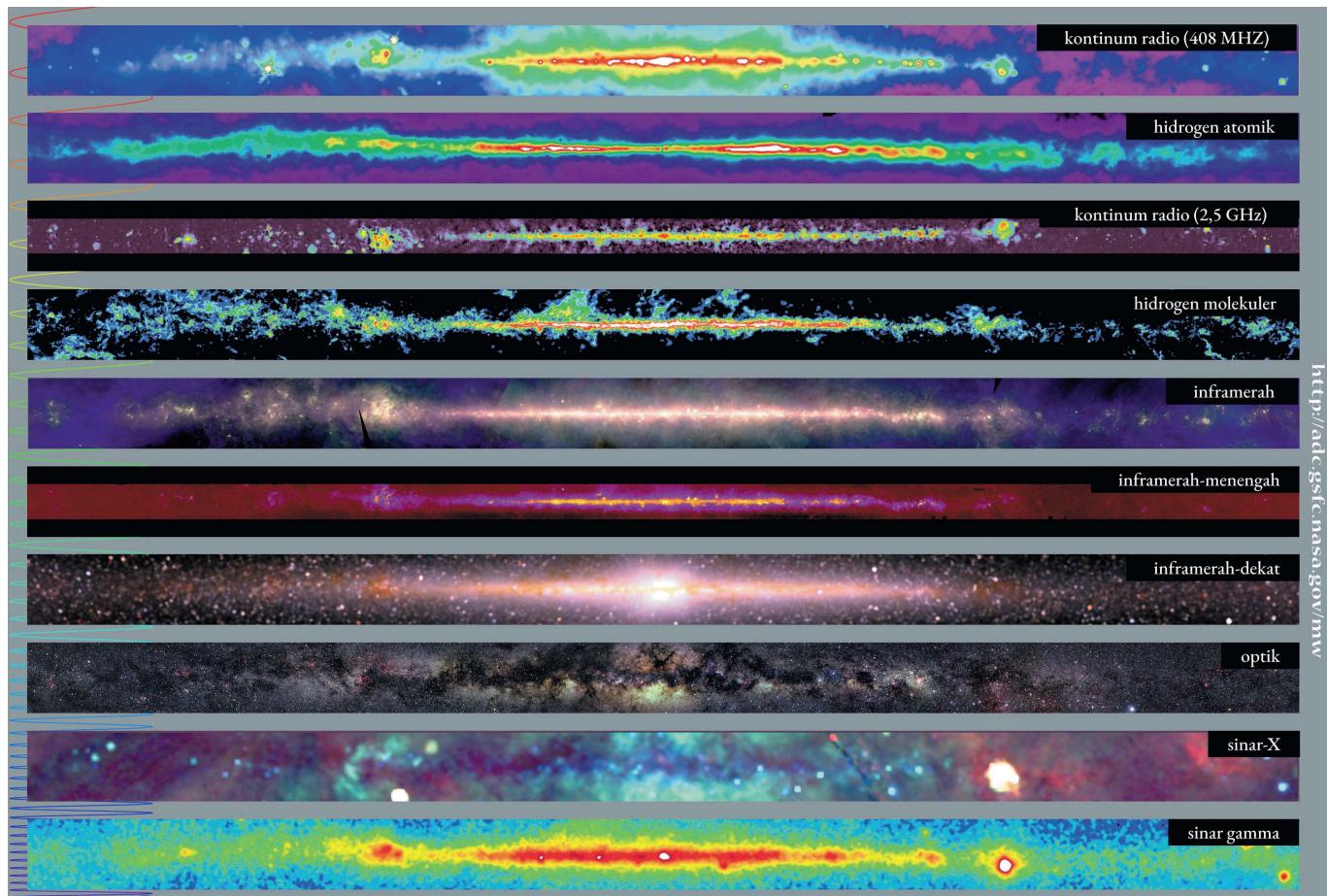
Gambar 2. Struktur galaksi Bimasakti. © NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (kiri) & OpenStax / Rice University (kanan)

Masyarakat Yunani Kuno melihatnya sebagai *γαλακτικός κύκλος* (*galaktikos kyklos*, yang berarti "jalan susu" atau "lingkaran susu") yang diadopsi ke dalam bahasa Inggris menjadi *Milky Way*. Sementara itu, masyarakat Jawa melihat bentangan pita cahaya tersebut menyerupai Bima—salah satu tokoh pewayangan Jawa—yang sedang dililit oleh naga. Mungkin kita sulit merelasikan Bimasakti yang kita lihat saat ini dengan imaji tersebut. Selain karena semakin meningkatnya polusi cahaya yang membuatnya sulit untuk diamati, interpretasi setiap orang tentang langit sesungguhnya sangatlah subjektif.

Secara kasat mata, Bimasakti terlihat sebagai kabut cahaya samar yang merentang membelah langit. Jika diamati dengan teleskop, daerah tersebut terdiri dari kumpulan banyak bintang individu. Dahulu, beberapa ilmuwan bahkan menganggap galaksi Bimasakti adalah seluruh alam semesta. Pada tahun 1924, astronom Edwin Hubble mengukur jarak ke salah satu objek—sekarang dikenal sebagai galaksi Andromeda—yang sebelumnya diduga merupakan anggota dari alam semesta Bimasakti. Ternyata objek tersebut

berjarak lebih besar dibanding bintang-bintang lain yang ada di sekitarnya. Dari hasil pengamatan itulah diketahui bahwa kita tinggal di dalam galaksi Bimasakti—walaupun bentuk dan distribusi bintang di dalamnya belum cukup dipahami—and Andromeda merupakan galaksi tetangga kita.

Untuk memetakan distribusi bintang-bintang relatif terhadap Matahari, perlu dilakukan penentuan jarak dan identifikasi kelas bintang. Satelit astrometri Hipparcos yang diluncurkan pada tahun 1989 merupakan pelopor dalam penentuan posisi 100 ribu bintang. Pencapaian luar biasa ini dilanjutkan oleh satelit astrometri GAIA yang diluncurkan pada tahun 2013, yang berhasil memetakan lebih dari 1,8 miliar bintang. Galaksi Bimasakti memiliki bentuk umum menyerupai dua buah piring yang ditangkupkan. Di dalam piringan (*disc*) terdapat lengan-lengan spiral dengan bagian yang tampak mengembung di pusatnya (*bulge*). Keseluruhan Galaksi juga dilingkupi oleh struktur *halo* (*Gambar 2*). Matahari terletak di salah satu lengan spiralnya, lebih dekat dengan tepian dibandingkan pusat galaksi.



Gambar 3. Galaksi Bimasakti pada berbagai panjang gelombang. © NASA / GSFC

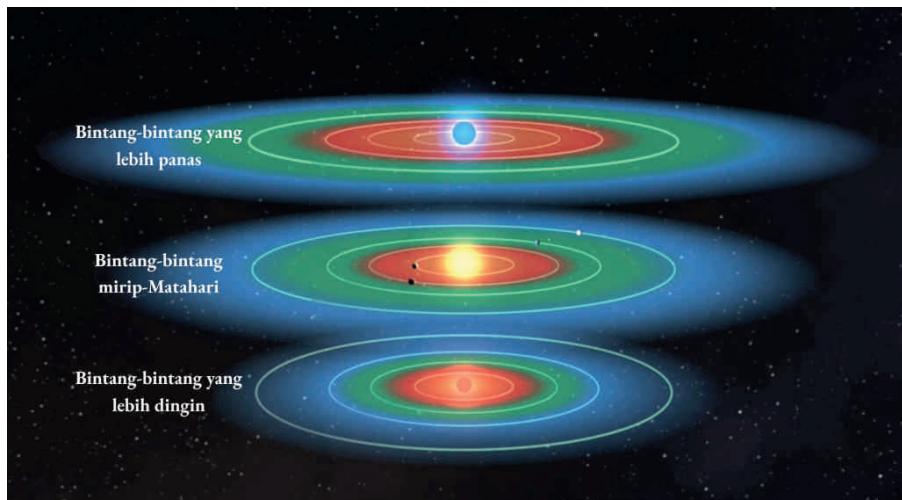
Untuk melanjutkan usaha pemetaan, astronom mencoba mengamati ke arah pusat galaksi Bimasakti. Namun, bagian ini sangatlah padat dan tertutup debu yang menghalangi cahaya tampak untuk sampai ke Bumi. Untuk mengatasi hal ini, diluncurkan teleskop Infrared Astronomical Satellite (IRAS) penangkap cahaya inframerah yang tidak terganggu oleh debu. Selain bintang dan debu, galaksi juga berisi gas dingin dan panas dalam jumlah yang besar. Panjang gelombang radio digunakan untuk memetakan distribusi gas dingin—seperti hidrogen netral—di piringan galaksi. Sedangkan gas panas dipetakan menggunakan teleskop sinar-X. Selain itu, Hubble Space Telescope (HST) memberikan citra dan data yang tidak terganggu oleh atmosfer Bumi pada panjang gelombang optik. Pengamatan multi-panjang gelombang ini memberikan gambaran galaksi Bimasakti secara utuh (*Gambar 3*).

Pemetaan yang luar biasa detail memungkinkan kita untuk melihat bagaimana bintang-bintang terdistribusi menurut kelasnya. Bintang-bintang berusia muda yang berwarna kebiruan cenderung ada di daerah *disc* yang kaya gas hidrogen tempat pembentukan bintang. Sedangkan bintang berusia tua terdistribusi di bagian *bulge* dan *halo* (*Gambar 2*). Hal ini menunjukkan bahwa struktur dan warna sebuah galaksi berkorelasi dengan tahapan evolusi bintang-bintang di dalamnya.

Setelah galaksi Bimasakti berhasil dipetakan dengan cukup baik, bagaimana peran pengetahuan ini dalam misi pencarian kehidupan di galaksi kita? Sebelum kita melanjutkan pencarian, kita perlu merumuskan terlebih dahulu bentuk kehidupan seperti apa yang kita cari.

Hingga saat ini, kehidupan di Bumi adalah satu-satunya jenis kehidupan yang kita tahu dan pahami

■ "Tetangga" yang Tak Kunjung Kita Temui



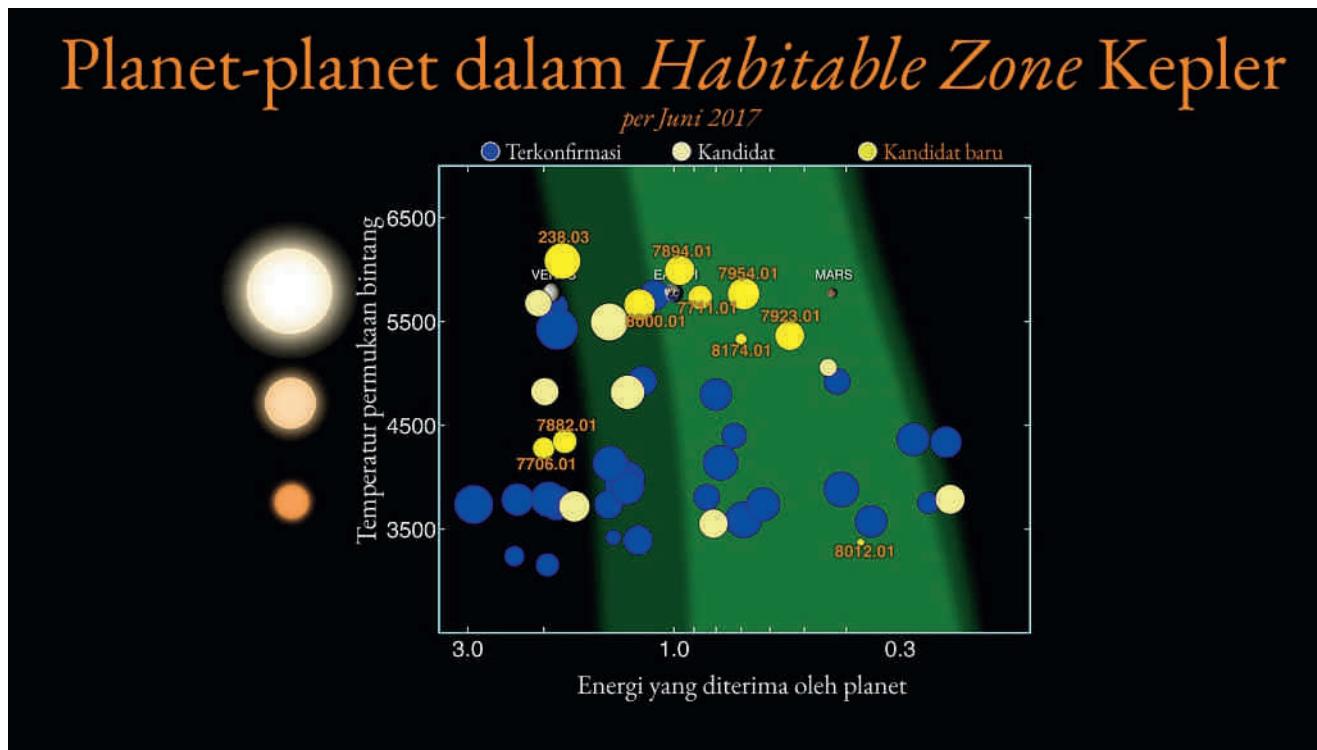
Gambar 4. Zona laik huni dari sebuah bintang (daerah hijau). Daerah berwarna merah diperkirakan terlalu panas untuk keberadaan air dalam bentuk cair, sedangkan daerah berwarna biru diperkirakan terlalu dingin sehingga air hanya dapat ditemui dalam bentuk beku.

© NASA / Kepler Mission / Dana Berry

dengan cukup baik. Dengan bercermin pada Bumi, kita bisa membedakan kehidupan menjadi beberapa tingkatan, dari makhluk hidup sederhana hingga kompleks. Kita perlu tahu lingkungan seperti apa yang mendukung kehidupan tersebut. Beberapa hal yang esensial bagi kehidupan adalah keberadaan air, udara, dan energi. Bumi terletak pada jarak yang “sangat tepat” dari Matahari sehingga air ada dalam bentuk cair. Selain itu, atmosfer Bumi juga cukup tebal untuk menahan radiasi Matahari, memberikan temperatur yang tepat bagi makhluk hidup. Jarak yang sangat tepat ini disebut dengan *habitable zone* atau zona laik huni dari sebuah sistem bintang, dengan ukuran bintang yang bergantung pada temperatur permukaan bintang (*Gambar 4*). Semakin panas sebuah bintang, *habitable zone* akan terletak semakin jauh dari bintang induknya.

Survei dilakukan pada bintang dengan temperatur permukaan mirip Matahari (sekitar 5.800 Kelvin) pada lingkungan yang relatif stabil. Teleskop luar angkasa Kepler, Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS), dan Wide Angle Search for Planets (WASP) difokuskan untuk mendeteksi dan mendapatkan pengukuran parameter dari sistem keplanetan yang ada di bintang-bintang tersebut, atau yang lebih umum disebut dengan eksoplanet. Hingga 27 Juli 2021, telah ditemukan sekitar 4.438 eksoplanet. Beberapa di antaranya adalah planet-planet bermassa besar—mirip

Jupiter—and terletak dekat dengan bintang induknya (*Gambar 5*). Planet besar akan memberikan gangguan yang besar pula pada bintang pusatnya, membuatnya lebih mudah terdeteksi oleh teleskop survei. Meski begitu, beberapa planet mirip Bumi juga berhasil ditemui. Setelah berbagai cerita pencarian “kehidupan” di galaksi Bimasakti, kita kembali pada pertanyaan mengenai keberadaan kehidupan lain di Alam Semesta. Seiring pergantian zaman, berbagai usaha terus dilakukan untuk menjawab pertanyaan tersebut. Hingga saat ini, cukup banyak planet telah berhasil ditemukan yang berada di zona laik huni, walaupun tidak semua mirip dengan Bumi. Sayangnya teknologi yang ada saat ini belum mampu melakukan penelitian yang lebih detail pada eksoplanet tersebut, karena jaraknya yang sangat jauh. Meski demikian, hal ini menjadi titik terang yang menunjukkan bahwa usaha kita tidak sia-sia. Para ilmuwan kini terfokus pada upaya pencarian kondisi yang mendukung adanya kehidupan, bukan kehidupan itu sendiri. Meski begitu, publik mungkin sangat penasaran, mengapa manusia sangat gigih untuk menjawab berbagai pertanyaan terkait kehidupan atau mencari keberadaannya? Pada dasarnya, pengetahuan akan kehidupan kita maupun yang lain diharapkan dapat menjelaskan dari mana kita berasal, bagaimana kehidupan muncul, dan apa akhir yang menanti kita.



Gambar 5. Sebaran jenis eksoplanet yang telah ditemukan hingga Juni 2017. Area berwarna hijau pada grafik menunjukkan zona laik buni (habitable zone), yang bergantung pada kondisi temperatur bintang tertentu (sumbu tegak)

© NASA / Ames Research Center / W. Stenzel



Potret M31, galaksi Andromeda
© Observatorium Bosscha / Agus Triono P.J.

Kegigihan Manusia dalam Mencari Kehidupan

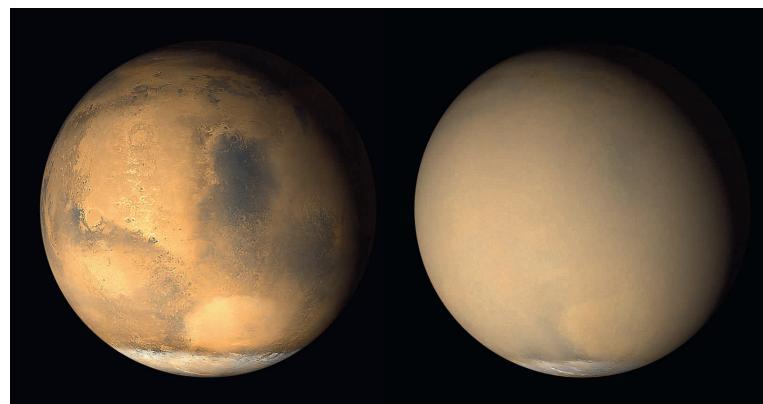
oleh Cinta Vidante

Keingintahuan manusia akan dunia luar bermula dari nalurinya untuk bertahan hidup. Penelitian akan kehidupan di luar Bumi pada dasarnya adalah sebuah eksplorasi dan merupakan suatu hal esensial dalam keberlangsungan manusia. Studi mengenai kehidupan bukan hanya bermula dari kebutuhan saintifik saja, melainkan juga dari kebutuhan sosial.

Astrobiologi lahir untuk menjawab. Istilah astrobiologi sendiri digunakan sejak tahun 1953, tetapi sampai tahun 1995 banyak dituliskan sebagai eksobiologi. NASA mendefinisikan astrobiologi sebagai studi asal, evolusi, dan distribusi kehidupan di alam semesta. Tujuan dari cabang studi ini secara umum adalah (1) menjelaskan bagaimana kehidupan bermula dan berkembang, (2) mempelajari kemungkinan serta syarat-syarat sebuah lingkungan mampu menunjang kehidupan, dan (3) mempelajari kemungkinan masa depan kehidupan di dalam dan luar Bumi. Astrobiologi penting karena dengan mempelajari kehidupan, kita paham bagaimana kita bisa bertahan hidup dan merupakan bidang studi yang perlu ditekuni.

Eksplorasi Tata Surya dimulai sejak akhir 1950 yang bertujuan meneliti karakteristik dan perbedaan planet lainnya dengan Bumi.

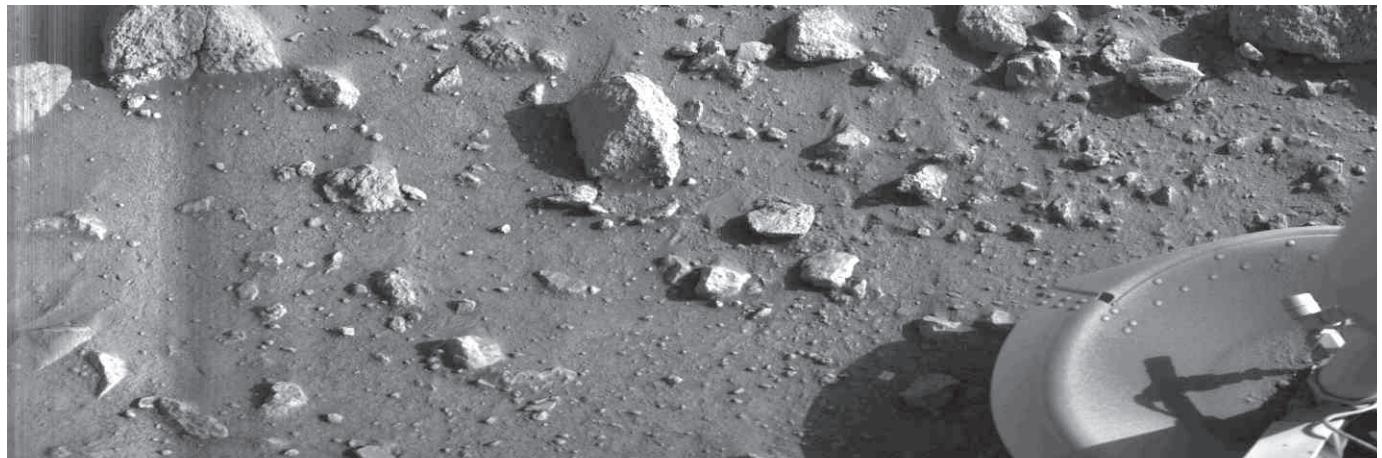
Astrobiologi kemudian memberikan motivasi tambahan di akhir 1995. Beberapa benda langit yang menjadi target studi astrobiologi adalah Mars, Titan, Europa, dan Enceladus. Masing-masing menunjukkan karakteristik yang mirip dengan Bumi: Mars pada 3,5 miliar tahun yang lalu dihipotesiskan beriklim seperti Bumi, Titan (satelit terbesar Saturnus) dengan atmosfernya yang tebal dan menunjukkan adanya hujan, lautan, dan sungai metana, serta Europa dan Enceladus yang



Gambar 1. Planet Mars ketika sedang tidak badai (kiri) dan ketika badai (kanan) oleh MGS di 2001. ©JPL-Caltech/MSSS/NASA

diduga memiliki lautan air di bawah permukaannya.

Di antara objek langit tersebut, Mars paling menarik perhatian misi eksplorasi sampai saat ini karena 2 alasan: pertama, Mars termasuk planet terdekat dari Bumi, dan kedua, Mars dilihat sebagai planet yang paling mungkin bisa dihuni oleh manusia dan menunjukkan bahwa ia pernah laik huni. Pengamatan sebelum 1960 sudah mendukung hipotesis tersebut. Dugaan adanya kanal air dimulai dari penamaan fitur garis-garis di Mars sebagai *canali* oleh Giovanni Schiaparelli, yang sebenarnya hanya salah pengertian. Eugene M. Antoniadi di tahun 1909 akhirnya membuktikan bahwa kanal tersebut tidak ada. Pengamatan spektroskopi oleh Pierre Jules Janssen dan Sir William Huggins pada 1867 menduga ada air di atmosfer Mars, tetapi studi lanjutan menunjukkan bahwa atmosfer Mars itu tipis, kering, mengandung sedikit air, dan banyak karbon dioksida. Mars juga ditemukan sebagai planet berdebu dan sering terjadi badai pasir (*Gambar 1*). Studi periode, geografi, luas area, dan musim Mars pun menunjukkan banyak kemiripan dengan Bumi.



Gambar 2. Gambar pertama Mars yang diambil oleh wahana Viking 1. © NASA

Setelah 1960, misi eksplorasi ke Mars diluncurkan. Pada awalnya, eksplorasi ke Mars bertujuan untuk mempelajari geologi, geografi, dan atmosfer Mars dengan lebih dekat. Mariner 6, 7, dan 9, wahana pengorbit (*orbiter*) milik NASA pada tahun 1960–1970, berhasil memberikan foto-foto Mars untuk pertama kali, memperlihatkan permukaan Mars yang memiliki banyak gunung dan ngarai.

Beberapa misi lanjutan Mariner antara lain wahana pengorbit Mars Global Surveyor (MGS), wahana pendarat (*lander*) Pathfinder dan wahana penjelajah (*rover*) Sojourner, wahana pengorbit Odyssey, dan wahana pengorbit Mars Atmosphere and Volatile Evolution (MAVEN). Eksplorasi ke planet yang jauh dengan peralatan yang mahal tentunya membutuhkan strategi yang detail supaya mereka memberikan hasil terbaik. Pembagian jenis wahana mencerminkan strategi ini. Wahana darat seperti Pathfinder dan Sojourner menjelajahi Mars langsung untuk mempelajari batuan, iklim, dan atmosfernya, tetapi wahana darat memiliki batas jangkauan. Hal ini tentu berbeda dengan wahana orbit seperti MGS, MAVEN, dan Odyssey yang dapat memetakan planet merah beserta elemen dan atmosfernya lebih menyeluruh.

Dengan mempelajari pengaruh Matahari terhadap temperatur di planet, astrobiologi memperkenalkan daerah laik huni (*habitable zone*), daerah yang mampu memiliki air dalam

bentuk cair untuk tekanan atmosfer tertentu. Bumi berada di posisi yang cukup nyaman di daerah ini, tetapi Venus dan Mars berada di ujung dalam dan luar. Maka dari itu, misi eksplorasi Mars juga bertujuan mencari kehidupan mikroba dan adanya air di Mars. Viking 1 dan 2, wahana penjelajah pertama yang mendarat di Mars pada tahun 1976, sayangnya tidak menemukan adanya mikroba di permukaan Mars—meskipun hasil tersebut masih kontroversial karena teknologi dan pengetahuan manusia mengenai mikrobiologi saat itu belum sebaik sekarang. Namun, astronom menemukan dari Viking bahwa komposisi Mars mirip beberapa meteorit yang ditemukan di Bumi dan mendorong orang untuk menduga bahwa meteorit-meteorit tersebut berasal dari Mars (**Gambar 2**). Wahana yang selanjutnya dikirimkan lebih sukses. Wahana penjelajah Spirit dan Opportunity berhasil menemukan petunjuk bahwa air cair pernah mengalir di Mars. Selain itu, wahana pendarat Phoenix juga menemukan adanya es air di bawah permukaan Mars. Curiosity pada tahun 2012 ditugaskan untuk mengidentifikasi lingkungan yang laik huni pada masa lalu di Mars. Mendarat di Kawah Gale, Curiosity berhasil menemukan daerah yang dulu diduga menampung air, seperti danau dan sungai, serta menemukan bahwa Mars kuno memiliki komposisi kimia yang mendukung adanya kehidupan mikroba. Diusulkan pula bahwa air di



Gambar 3. Garis-garis gelap di lereng bukit diduga sebagai aliran air musiman di Mars. © NASA/JPL-Caltech/Universitas Arizona

Mars purba layak dikonsumsi manusia, berdasarkan temuan dari mineral yang ditemukan. Pada 2015, Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) memberikan penemuan penting, yaitu spektrum yang menunjukkan masih ada air mengalir di Mars (*Gambar 3*) meskipun asal air tersebut masih dipertanyakan.

Kesimpulan dari eksplorasi di atas adalah Mars pernah memiliki kondisi permukaan yang layak huni berdasarkan dugaan atmosfernya yang dahulu tebal, adanya komponen organik, dan petunjuk-petunjuk bahwa air dalam bentuk cair pernah, bahkan sedang, mengalir di Mars.

Studi pencarian kehidupan kuno di Mars perlu dilanjutkan, maka dari itu Perseverance hadir untuk menjawabnya. NASA mengirimkan wahana penjelajah Perseverance (*Gambar 4*) yang berhasil mendarat di Mars pada 18 Februari 2021. Misi ini berfokus pada astrobiologi dan pencarian bukti pernah ada kehidupan (*biosignature*) di Mars. Tempat pendaratannya, Kawah Jezero, diduga dahulu adalah sebuah danau besar dan diperkirakan menjadi tempat yang bisa memberikan tanda-tanda kehidupan tersebut.

Dalam menjelajahi Mars, Perseverance diamanahi dengan dua pertanyaan. Pertama, bagaimana evolusi geologi di Mars? Jawabannya ada di batuan dan mineral di planet merah sehingga Perseverance akan meneliti berbagai sampel untuk memberikan gambaran apa yang terjadi di sana.

Pertanyaan kedua adalah pertanyaan yang paling dinantikan: apakah ada tanda pernah ada kehidupan di Mars? Dalam menjawab, Perseverance harus terlebih dahulu menentukan apakah daerah tersebut laik huni, baru bisa mencari tanda-tanda kehidupan dari batuan.

Perseverance juga merupakan pelopor misi *sample-return* (mengembalikan sampel) pertama dari Mars ke Bumi, hasil kolaborasi NASA dengan ESA. Misi ini bermimpi untuk meneliti kondisi Mars dengan semua teknologi di Bumi. Perseverance akan mengumpulkan beberapa sampel batuan yang mampu memberikan gambaran keanekaragaman geologi Mars. Sampel batuan tersebut akan disimpan dalam tabung khusus (*Gambar 5*), yang dibawa oleh Perseverance supaya tahan dalam perjalanan dari Mars ke Bumi. Harapannya, hasil studi batuan ini bisa memberikan acuan akan kebutuhan yang harus disediakan untuk manusia menjelajahi Mars. Tentunya, memilih dan mengambil sampel dari Mars ke Bumi adalah proses yang tidak mudah, mengingat semua ini dilakukan secara jarak jauh dari Bumi.

Salah satu keinginan terbesar manusia adalah mengunjungi Mars. Namun sebelum ke sana, banyak hal yang harus disiapkan. Dalam misinya, Perseverance akan menguji teknologi produksi oksigen di Mars menggunakan instrumen bernama Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment (MOXIE). Oksigen



Gambar 4. Wahana penjelajah Perseverance. © NASA/JPL-Caltech



Gambar 5. Tabung-tabung khusus pembawa sampel dari Mars ke Bumi dipasangkan ke Perseverance.

© NASA/JPL-Caltech/KSC

bukan satu-satunya masalah, debu dan suhu lingkungan di Mars juga menjadi ancaman bagi misi dan kesehatan manusia. Alhasil, Perseverance diberikan pula instrumen untuk mempelajari ancaman mereka dan menguji material pakaian angkasawan terhadap kondisi Mars.

Selain misi di atas, Perseverance juga melakukan uji coba menerbangkan helikopter Ingenuity (*Gambar 6*) dari Bumi karena masih banyak daerah yang tidak bisa dijangkau oleh penjelajah darat. Uji coba Ingenuity diharapkan dapat memberikan gambaran untuk membuat wahana-wahana inovatif di masa depan. Pada akhirnya, Perseverance adalah batu loncatan besar untuk masa depan misi ke Mars. Selain Perseverance, wahana penjelajah Zhurong dari Republik Rakyat Tiongkok juga turut berhasil didaratkan dengan misi yang terpisah. Dengan banyaknya misi penjelajahan Mars, diharapkan akan menambah banyak hal yang bisa kita pelajari. Selain itu, dengan mempelajari lebih lanjut mengenai masa lalu Mars, para ilmuwan juga berharap bisa memperkirakan masa depan Bumi dan nasib manusia di Planet Biru ini.

Tentunya masih banyak tantangan dan halangan dalam eksplorasi ke Planet Merah, terutama dalam mengirimkan misi berawak. Salah satunya adalah lingkungan Mars yang sangat berbahaya bagi manusia, seperti tingkat radiasi yang melebihi

batas aman bagi manusia dan minimnya oksigen serta air. Tantangan lain muncul dari penggunaan wahana tanpa awak, yang memiliki keterbatasan yang besar namun tetap diperlukan penelitian *in-situ* untuk mempelajari dinamika dan mekanisme Mars sebagai sebuah planet. Meski demikian, tantangan-tantangan ini tidak menutupi kehausan manusia untuk menguak misteri planet merah.

Beberapa negara dan institusi luar angkasa merencanakan misi mengirimkan manusia ke Mars. NASA sendiri berencana membawa manusia ke Planet Merah di awal tahun 2030, dengan harapan bahwa eksplorasi oleh manusia dan mencari kehidupan di dunia baru bisa terealisasikan dan berbuah manis.



Gambar 6. Foto Ingenuity yang diambil oleh Perseverance di Mars.

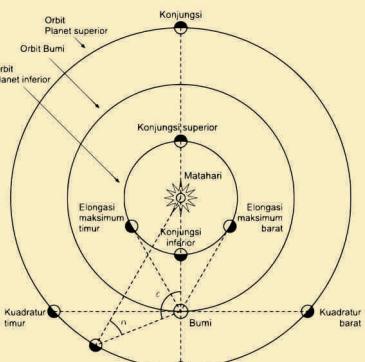
© NASA/JPL-Caltech/ASU

Fase Bulan dan waktunya (dalam WIB)	02/07, 04.11	10/07, 08.17	17/07, 17.11	24/07, 09.36	31/07, 20.16
Terbit	23.46	06.04	11.30	18.09	23.08
Terbenam	12.07 (03/07)	18.05	00.03 (18/07)	07.00	11.20 (01/08)

Konjungsi Bulan-Planet	Tanggal	Waktu (WIB)	Az./Alt.
Venus	12 Juli	16.09	309°/+46°
Saturnus	24 Juli	23.38	140°/+69°
Jupiter	26 Juli	08.21	252°/-07°

⦿ Elongasi barat maksimum Merkurius (5 Juli)

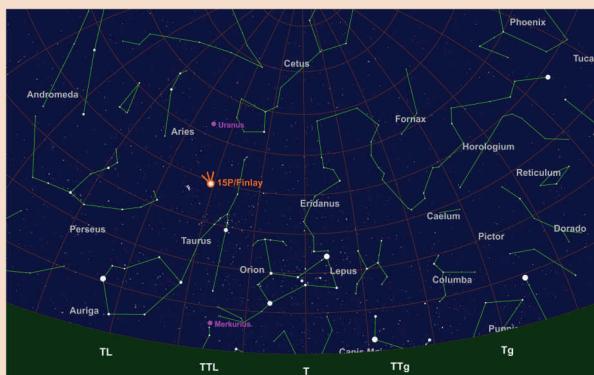
Elongasi adalah separasi sudut suatu planet inferior (Merkurius atau Venus) dengan Matahari, menurut pengamat di Bumi. Elongasi maksimum berarti planet berada pada posisi terjauhnya dari Matahari dan planet dapat terlihat di langit ketika fajar atau senja. Elongasi barat maksimum Merkurius akan terjadi pada 5 Juli 2021, pukul 11.11 WIB. Walaupun elongasi barat maksimum tidak bisa dilihat ketika tepat berlangsung, Merkurius tetap dapat diamati pada posisi yang cukup tinggi, ketika Matahari terbit di sekitar tanggal 5 Juli 2021. Merkurius akan tampak dengan magnitudo 0,3 dan mencapai posisi tertingginya di langit, yaitu pada ketinggian (*alt.*) 21° di arah timur saat Matahari terbit (06.00 WIB).



Gambar 1. Ilustrasi elongasi dan istilah lain terkait posisi planet (Diterjemahkan dari Wmheric, CC BY-SA 3.0, commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9871741).

⦿ Komet 15P/Finlay di perihelion (14 Juli)

Perihelion adalah posisi terdekat dengan Matahari pada orbit suatu benda langit. Komet 15P/Finlay akan berada pada perihelionnya yang berjarak 1 SA pada tanggal 14 Juli 2021. Komet ini akan terbit pukul 02.14 WIB dan mencapai ketinggian 39° arah timur laut di atas horizon ketika fajar pukul 05.10 WIB. Komet diperkirakan memiliki magnitudo 8 ketika perihelion dan hanya bisa diamati menggunakan teleskop 4 inci.

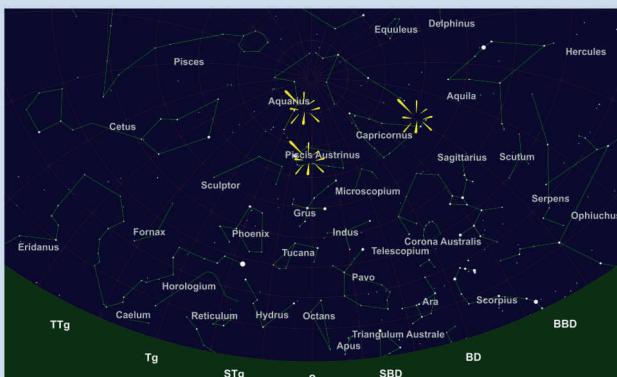


Gambar 2. Posisi komet 15P/Finlay di langit pada 14 Juli 2021, 05:10 WIB, dari Lembang, dengan posisi az. 58° dan alt. 39° (Dominic Ford, in-the-sky.org).

<https://in-the-sky.org>

⦿ Puncak hujan meteor Piscis Austrinid (28 Juli), δ-Aquariid Selatan (30 Juli), dan α-Capricornid (30 Juli)

Pada bulan Juli ini, terdapat 3 puncak hujan meteor yang terjadi pada waktu yang berdekatan. Ketiganya juga dapat dilihat pada langit sisi selatan - barat daya (*Gambar 3*). Berikut kami sajikan risalah informasi dari setiap puncak hujan meteor.



Gambar 3. Posisi titik radian dari ketiga hujan meteor di langit pada 28 Juli 2021, pukul 02.00 WIB di Lembang. (Dominic Ford, in-the-sky.org).

Hujan meteor	Piscis Austrinid	δ-Aquariid Selatan	α-Capricornid
Rasi	Piscis Austrinus	Aquarius	Capricornus
Periode	15/07 - 10/08	12/07 - 23/08	03/07 - 15/08
Puncak	28/07	30/07	30/07
Waktu pengamatan	sepanjang malam	terbit 19.48 wl hingga fajar	sepanjang malam
Waktu terbaik	02.00 wl	02.00 wl	00.00 wl
ZHR	5	25	5

ZHR (*zenithal hourly rates*) menunjukkan perkiraan jumlah meteor yang muncul per jam saat di posisi tertingginya (zenit)

Waktu terbaik pengamatan adalah waktu saat titik radian komet berada di posisi tertinggi di langit (kulminasi atas) pada malam puncak hujan meteor. Waktu ini berlaku sama di semua zona waktu (wl = waktu lokal).

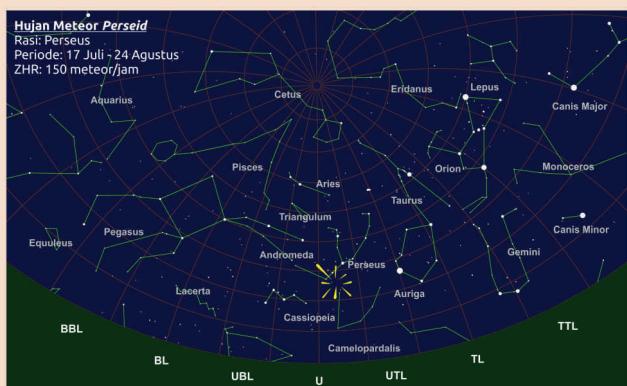
Panduan Observasi Langit - Agustus 2021

Fase Bulan dan waktunya (dalam WIB)				
08/08, 20.51	15/08, 22.20	22/08, 19.01	30/08, 14.13	
Terbit	05.39	11.05	16.52	23.16
Terbenam	17.44	23.50	05.43 (23/08)	11.20 (31/08)

Konjungsi Bulan-Planet	Tanggal	Waktu (WIB)	Az./Alt.
Venus	11 Agustus	13.59	10°/+75°
Saturnus	21 Agustus	05.15	246°/-06°
Jupiter	22 Agustus	11.56	173°/-65°

 Puncak hujan meteor Perseid (12 Agustus)

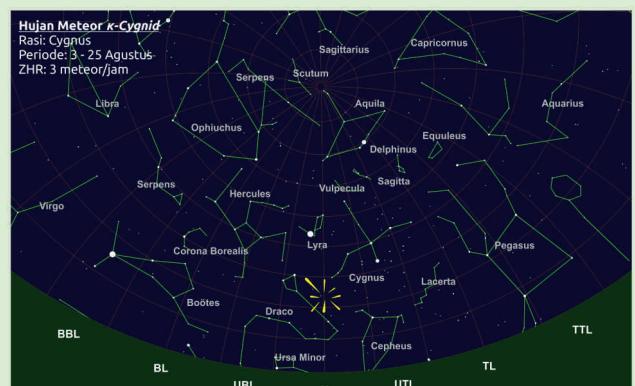
Hujan meteor Perseid dapat dilihat antara 17 Juli sampai 24 Agustus. Ketika puncaknya pada 12 Agustus, banyaknya meteor yang dapat dilihat per jam (ZHR) mencapai 150 meteor. ZHR tinggi membuat hujan meteor ini menjadi salah satu yang paling ditunggu setiap tahunnya. Hujan meteor ini dapat dilihat sejak sekitar pukul 00.21 WIB setiap malam, saat titik radian hujan meteor terbit di horizon timur, hingga fajar (sekitar pukul 05.37 WIB). Radian hujan meteor berada pada titik kulminasi di langit pada pukul 05.00 WIB, sehingga waktu pengamatan terbaik adalah pada waktu sebelum fajar.



Gambar 4. Posisi radian hujan meteor Perseid (warna kuning) pada 12 Agustus 2021 pukul 05.00 WIB, dengan posisi $az. 4^\circ$ dan $alt. 25^\circ$ (Dominic Ford, in-the-sky.org)

 Puncak hujan meteor κ -Cygnid (18 Agustus)

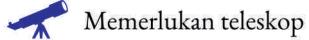
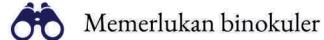
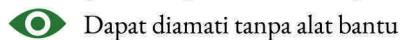
Hujan meteor κ -Cygnid dapat dilihat antara 3 Agustus sampai 25 Agustus. Ketika puncaknya pada 18 Agustus, banyaknya meteor yang dapat dilihat (ZHR) mencapai 3 meteor. Hujan meteor ini dapat dilihat sejak Matahari terbenam, hingga titik rasiannya tenggelam di horizon barat sekitar pukul 02.25 WIB. Waktu terbaik untuk melihat hujan meteor ini adalah pukul 21.00 WIB, yaitu ketika titik rasiannya berada pada titik kulminasi di langit.



Gambar 5. Posisi radian hujan meteor κ -Cygnid (warna kuning) pada 18 Agustus 2021, 21.00 WIB, dengan posisi $az.$ 0° dan $alt.$ 24° (Dominic Ford, *in-the-sky.org*)

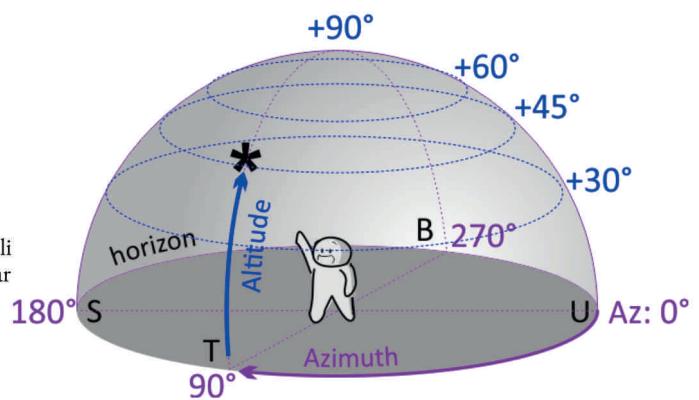
Petunjuk Singkat Rubrik Panduan Observasi Langit

Simbol pada setiap fenomena menyatakan tingkat kesulitan:



Seluruh informasi waktu dan posisi objek (*Az./Alt.*) hanya berlaku lokal untuk Lembang, Jawa Barat (WIB) dan sekitarnya, kecuali dinyatakan lain. Informasi perkiraan waktu fenomena dinyatakan benar hingga tanggal 25 Juni 2021. Perubahan dapat terjadi sewaktu-waktu akibat hasil pengamatan terbaru yang dilaporkan setelah tanggal tersebut. 1

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



Fase Bulan	07/09, 07.52	14/09, 03.39	21/09, 08.54	29/09, 08.57
Terbit	05.55	11.43	17.20	23.40
Terbenam	18.14	00.45 _(15/09)	05.53 _(22/09)	11.36 _(30/09)

Konjungsi Bulan-Planet	Tanggal	Waktu (WIB)	Az./Alt.
Venus	10 September	09.08	96°/+12°
Saturnus	17 September	09.33	158°/-58°
Jupiter	18 September	13.54	113°/-24°

▢ Elongasi timur maksimum Merkurius (14 September)

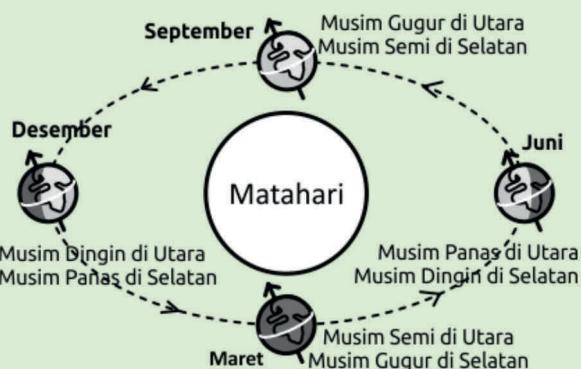
Elongasi timur maksimum Merkurius akan terjadi pada 14 September 2021, pukul 04.55 WIB. Merkurius dapat diamati dengan posisi yang cukup tinggi ketika Matahari terbenam di sekitar rentang bulan Agustus sampai Oktober. Merkurius akan tampak dengan magnitudo 0,1 dan mencapai posisi tertingginya di langit, yaitu pada ketinggian (alt.) 23° di arah barat saat Matahari tenggelam pada tanggal 11 September 2021.



Gambar 6. Posisi Merkurius dan Matahari pada tanggal 11 September 2021 pukul 17.30 WIB di Lembang, Jawa Barat. (Stellarium)

✖ * Ekuinoks September (23 September)

Ekuinoks, dari bahasa Latin *aequus* (*equal*, sama) dan *nox* (*night*, malam), adalah peristiwa ketika Matahari tepat berada di atas ekuator (khatulistiwa) Bumi. Ketika ekuinoks, durasi siang dan malam bagi belahan Bumi utara dan selatan adalah nyaris sama. Ekuinoks September merupakan penanda astronomis untuk awal musim gugur bagi belahan Bumi utara dan awal musim semi bagi belahan Bumi selatan.



Gambar 7. Kemiringan sumbu rotasi dan revolusi Bumi menyebabkan Matahari memiliki titik-titik balinya, baik di langit utara maupun selatan. Efek ini juga menyebabkan Bumi mengalami pergantian musim.

▢ Puncak hujan meteor Aurigid (1 September), ε-Perseid (9 September), dan Daytime Sextantid (27 September)

Sepanjang September ini, terdapat 3 puncak hujan meteor yang terjadi pada waktu yang berdekatan. Ketiganya dapat dilihat pada belahan langit utara (Gambar 8). Berikut kami sajikan risalah informasi dari setiap puncak hujan meteor.



Gambar 8. Posisi titik radian dari ketiga hujan meteor di langit pada 27 September 2021, pukul 05.00 WIB di Lembang. Titik radian Daytime Sextantid (T-TL) berada lebih timur dari Aurigid (U) dan ε-Perseid (U-BL). (Dominic Ford, in-the-sky.org).

Hujan meteor	Aurigid	ε-Perseid	Daytime Sextantid
Rasi	Auriga	Perseus	Sextans
Periode	28/08 - 05/09	05/09 - 21/09	09/09 - 09/10
Puncak	01/09	09/09	27/09
Waktu pengamatan	terbit 01.34 wl hingga fajar	terbit 22.11 wl hingga fajar	terbit 03.32 wl hingga fajar
Waktu terbaik	sebelum fajar	04.00 wl	sebelum fajar
ZHR	6	5	5

ZHR (*zenithal hourly rates*) menunjukkan perkiraan jumlah meteor yang muncul per jam saat posisi tertinggunya (zenit)

Waktu terbaik pengamatan adalah waktu saat titik radian komet berada di posisi tertinggi di langit (kulminasi atas) pada malam puncak hujan meteor. Waktu ini berlaku sama di semua zona waktu (wl = waktu lokal).



Seperti Bumi yang mengitari Matahari, Tata Surya juga mengitari pusat galaksi Bimasakti dan berada di tepi piringan Galaksi. Meskipun berada di dalamnya, kita yang berada di Bumi dapat melihat pusat dan bentang piringan galaksi Bimasakti. Galaksi akan tampak sebagai sebuah sabuk awan yang membentang panjang di langit malam. Salah satu cara mudah menemukan bentangan Bimasakti di langit adalah dengan mencari rasi Sagittarius dan ekor rasi Scorpio. Posisi pusat Galaksi berada di antara keduanya. Apabila Anda ingin melihat bentangan galaksi Bimasakti, perhatikan beberapa hal berikut sebelum memulai pengamatan pada malam hari.

Rentang waktu pengamatan bentang galaksi Bimasakti yang baik

Gerak Bumi mengitari Matahari menyebabkan adanya waktu-waktu tertentu untuk mengamati bentangan galaksi di langit malam. Galaksi Bimasakti tidak dapat teramati antara November hingga Januari karena waktu terbit dan terbenamnya hampir bersamaan dengan Matahari. Galaksi akan dapat diamati pada waktu-waktu tertentu, bergantung pada bulan pengamatan (*Tabel 1*).

Fase Bulan

Saat Bulan tampak pada malam hari, cahaya yang dipantulkannya dari Matahari terlihat cukup terang hingga membuat objek lain di sekitarnya lebih redup. Oleh karena itu, bentangan galaksi dapat diamati dengan sangat baik ketika fase Bulan baru. Hindari langit malam dengan Bulan pada fase

cembung dan purnama, terutama jika posisi Bulan berdekatan dengan bentangan Galaksi, karena cahaya Bulan yang terang akan membuat Galaksi sulit terlihat (*Gambar 10*). Anda dapat mengamati bentangan galaksi selain pada fase Bulan baru, sepanjang dilakukan saat Bulan belum terbit atau setelah Bulan terbenam.

Polusi cahaya

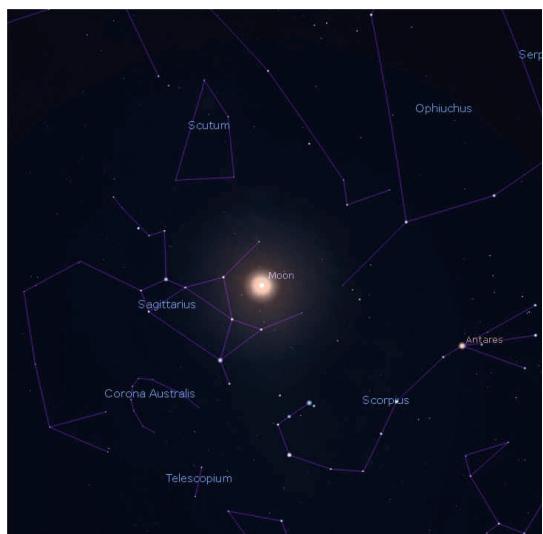
Perkotaan yang dihiasi lampu gedung dan penerangan jalan yang terang tentu bukan lokasi yang baik untuk mengamati objek redup di langit. Daerah pedesaan dan pegunungan dengan langit yang masih gelap adalah lokasi ideal untuk mengamati bentangan galaksi, bahkan dengan mata telanjang sekalipun (*Gambar 11*). Meski begitu, apabila tidak ada alternatif selain berada di pusat perkotaan, Anda masih bisa mendapatkan citra bentangan Galaksi dengan menggunakan kamera yang canggih serta teknik pemotretan dan pemrosesan citra yang baik. Namun, akan lebih baik jika faktor-faktor penyebab polusi cahaya dapat ditiadakan seminimal mungkin, seperti mematikan lampu sekitar atau membuat perangkat penghalang cahaya di sekitar kamera.

Tabel 1. Waktu pengamatan terbaik untuk Galaksi Bimasakti

Bulan Pengamatan	Waktu Pengamatan
Februari - Juni	Tengah malam hingga fajar, arah timur
Juli - Agustus	Sepanjang malam
September - Oktober	Selepas senja hingga tengah malam, arah barat



Gambar 9. Citra Bentang Galaksi Bimasakti. © M. Yusuf / Observatorium Bosscha



Gambar 10.

Perbandingan tampak bentangan Galaksi Bimasakti di langit, dengan (kiri) dan tanpa (kanan) kehadiran Bulan.
© Stellarium



Gambar 11. Perbandingan tampak langit pada berbagai tingkat polusi cahaya, mulai dari pusat kota (kiri) hingga lingkungan alam tanpa pemukiman (kanan).

© Zotti, Wolf, Gates and Gerdes (2017),
Stellarium 0.16.1 User Guide.

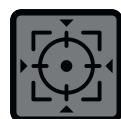
Berikut beberapa saran pengaturan dasar fotografi jika Anda ingin memotret bentangan Bimasakti. Lakukan uji coba dan selalu sesuaikan pengaturan dengan kondisi sekitar untuk mendapat hasil terbaik.



Bukaan lensa (*aperture*) dengan $f/2.8$ atau pengaturan terlebar pada lensa kamera. Atur fokus kamera pada panjang fokus terjauh.



Shutter speed 10-25 detik. Sensor kamera akan menangkap lebih banyak cahaya jika *shutter speed* lebih panjang. Namun jika terlalu lama, bintang dapat membentuk garis (*star trail*) pada citra, karena gerak rotasi Bumi.



Atur fokus kamera pada panjang fokus terjauh.



Gunakan ISO 3200-6400. ISO yang tinggi akan meningkatkan sensitivitas sensor sehingga dapat menangkap cahaya yang lebih redup. Meski begitu, ISO tinggi menghasilkan derau (*noise*) digital yang lebih tinggi.



Gunakan *tripod* yang dalam kondisi baik dan atur *shutter delay* agar hasil foto stabil.



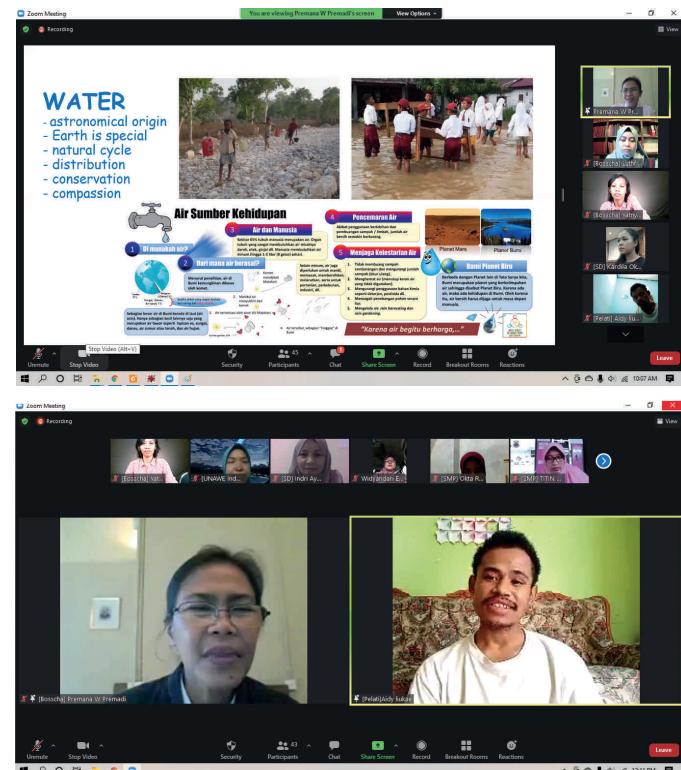
Hindari sumber cahaya terang seperti Bulan atau lampu jalan karena kamera dapat *over-exposure* pada sumber cahaya tersebut.

Sampai pertengahan tahun 2021, Observatorium Bosscha telah melakukan berbagai kegiatan mulai dari jangkauan publik hingga penelitian. Melalui rubrik ini, kami rangkumkan kegiatan yang telah kami lakukan mulai dari akhir Maret sampai Juni 2021.

Lokakarya Materi dan Metode Pengajaran Topik Astronomi untuk Siswa

Pada 27 Maret 2021, Observatorium Bosscha mengadakan Lokakarya Materi dan Metode Pengajaran Topik Astronomi untuk Siswa sebagai tindak lanjut dari upaya penyiapan bahan bantu ajar astronomi di sekolah untuk topik “Bumi dan Alam Semesta”. Program ini di bawah naungan proyek yang didukung oleh IAU Office of Astronomy for Development (OAD) untuk dilaksanakan pada tahun 2021. Sejumlah 48 peserta menghadiri lokakarya yang diselenggarakan mulai pukul 09.30 - 11.30 WIB melalui Zoom Meeting.

Acara diisi pemaparan program, kemudian disampaikan materi dan draf modul aktivitas bertema “Skala Dimensi dan Jarak Sistem Bumi-Bulan” serta video edukasi gerhana Matahari. Acara dilanjutkan dengan diskusi dan pengumpulan aspirasi terkait substansi dan metode penyampaian dari para guru di dalam kelompok kecil (*breakout rooms*).



Gambar 1. Dokumentasi agenda lokakarya. © Observatorium Bosscha

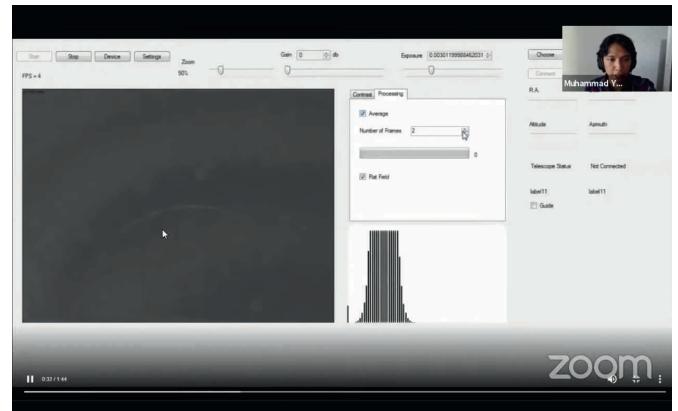
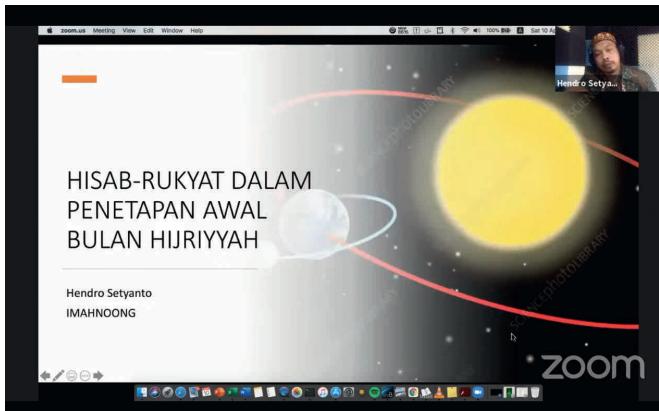
Temu Virtual 1 - *Webinar Hilal dan Media Briefing*

Temu Virtual (TV) merupakan program yang mencakup *webinar*, *talkshow*, atau *workshop* tematik dalam konteks astronomi populer yang dilaksanakan oleh Observatorium Bosscha untuk publik. Dalam rangka menyambut Ramadhan, TV edisi pertama diselenggarakan dalam bentuk *webinar* bertema hilal serta konferensi pers pada 10 April 2021, pukul 10.00 - 12.00 WIB. TV diselenggarakan melalui Zoom Meeting dengan jumlah peserta 32 orang. Agenda meliputi pembahasan mengenai penentuan hisab dan

rukyat dalam penetapan awal bulan Hijriah oleh Hendro Setyanto (Imah Noong), pengembangan metode pengamatan hilal oleh Muhammad Yusuf (Observatorium Bosscha), dan sesi tanya jawab. Agenda dilanjutkan dengan *media briefing* dan konferensi pers dari Kepala Observatorium Bosscha, Premana W. Premadi.

Program ini diharapkan dapat membangun minat dan pemahaman publik tentang hisab dan rukyat serta peran akademisi pada perkembangan pengamatan hilal dari tahun ke tahun.

Media briefing dan konferensi pers ditujukan sebagai penyiapan bagi komunitas jurnalis dalam membuat reportase terkait awal Ramadhan dan Syawal 1442 H.



Gambar 2. Dokumentasi agenda TV 1 - Webinar Hilal dan Media Briefing . © Observatorium Bosscha

Pengamatan Virtual Langit Malam (PVLM) 2021

PVLM 2021 adalah agenda pengamatan objek astronomi daring secara langsung yang disertai sesi tanya jawab, dengan durasi total 120 menit. PVLM dilaksanakan pada malam hari dengan frekuensi satu kali setiap bulan (April - September 2021), dengan sasaran masyarakat umum, khususnya pelajar/mahasiswa dan kalangan keluarga.

PVLM telah terselenggara sebanyak 3 episode. Pada episode 1, Premana W. Premadi membawakan materi seputar kabar terkini dari dunia astronomi, mulai dari misi eksplorasi Mars hingga potret mosaik Galaksi Bimasakti terkini. Pada episode 2, Ferry M. Simatupang memandu materi seputar fenomena Gerhana Bulan Total (GBT), yang disaksikan bersama sepanjang acara pada 26 Mei 2021. Sedangkan episode 3 bertema Galaksi Bimasakti, dengan materi dibawakan oleh Hesti Wulandari. Setiap episode dihadiri 400 - 650 orang di platform Slido. Episode 2 (GBT) sendiri diikuti via YouTube oleh setidaknya 82.000 orang.

Sepanjang acara, para astronom kami memandu pengamatan objek langit di antara sesi materi. PVLM 2021 episode 2 menjadi istimewa dengan

bergabungnya pengamat dari Kupang, yaitu tim pengamat Universitas Nusa Cendana dan komunitas Pecinta Langit Timor, serta Zulkarnain (astronom amatir). Melalui acara ini, kami membagikan keindahan alam semesta sambil mengajak publik untuk ikut memahami sains di baliknya.



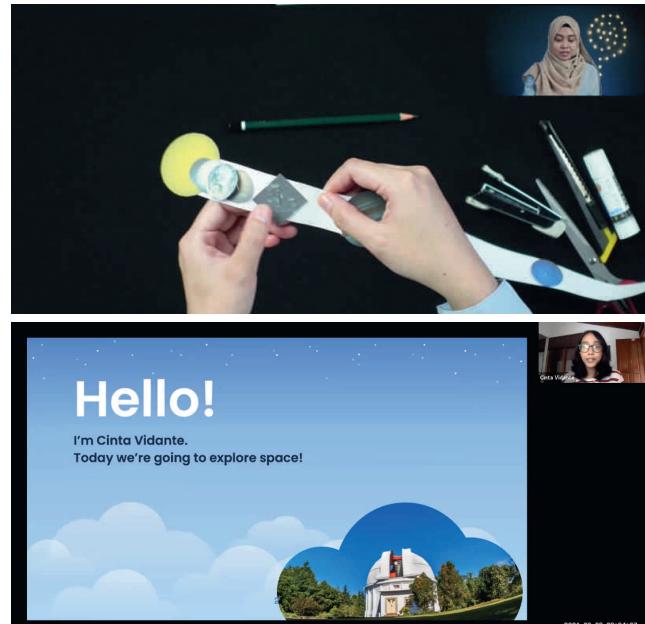
Gambar 3. Dokumentasi PVLM 2021. © Observatorium Bosscha

Kelas Daring Astronomi (KDA)

KDA merupakan program pembelajaran daring astronomi bagi siswa-siswi yang disediakan oleh Observatorium Bosscha. KDA yang telah terlaksana dimasukan ke dalam program kunjungan daring sekolah atau sebagai pengayaan materi astronomi yang sedang diajarkan kepada siswa. Antara 25 Maret hingga 16 Juni 2021, KDA telah terselenggara sebanyak 12 kali dengan jumlah peserta, yang terdiri atas guru dan siswa, lebih dari 1.600 orang.

Pada 15 Juni 2021, KDA untuk SD, SMP, dan SMA IIS PSM Magetan terlaksana dalam dua sesi yang diisi oleh komunikator astronomi dari Observatorium Bosscha. Sesi pertama diisi oleh Muhammad Fajrin dengan tema “Berpetualang di Luar Angkasa” mulai dari pukul 08.00 - 09.00 WIB untuk SD. Dilanjutkan sesi kedua yang diisi oleh Tiara Andamari Saraswati dengan tema “*Real Physics of Universe*” mulai dari pukul 10.00 - 11.00 WIB untuk SMP dan SMA. Program diisi dengan pemaparan materi, sesi tanya jawab, dan kuis di akhir acara. KDA diharapkan dapat

meningkatkan minat serta pengetahuan siswa maupun guru tentang astronomi dan memperkuat jejaring kerja sama antara Observatorium Bosscha dengan sekolah-sekolah untuk pengembangan pengajaran astronomi di masa depan.



Gambar 3. Dokumentasi agenda KDA. © Observatorium Bosscha

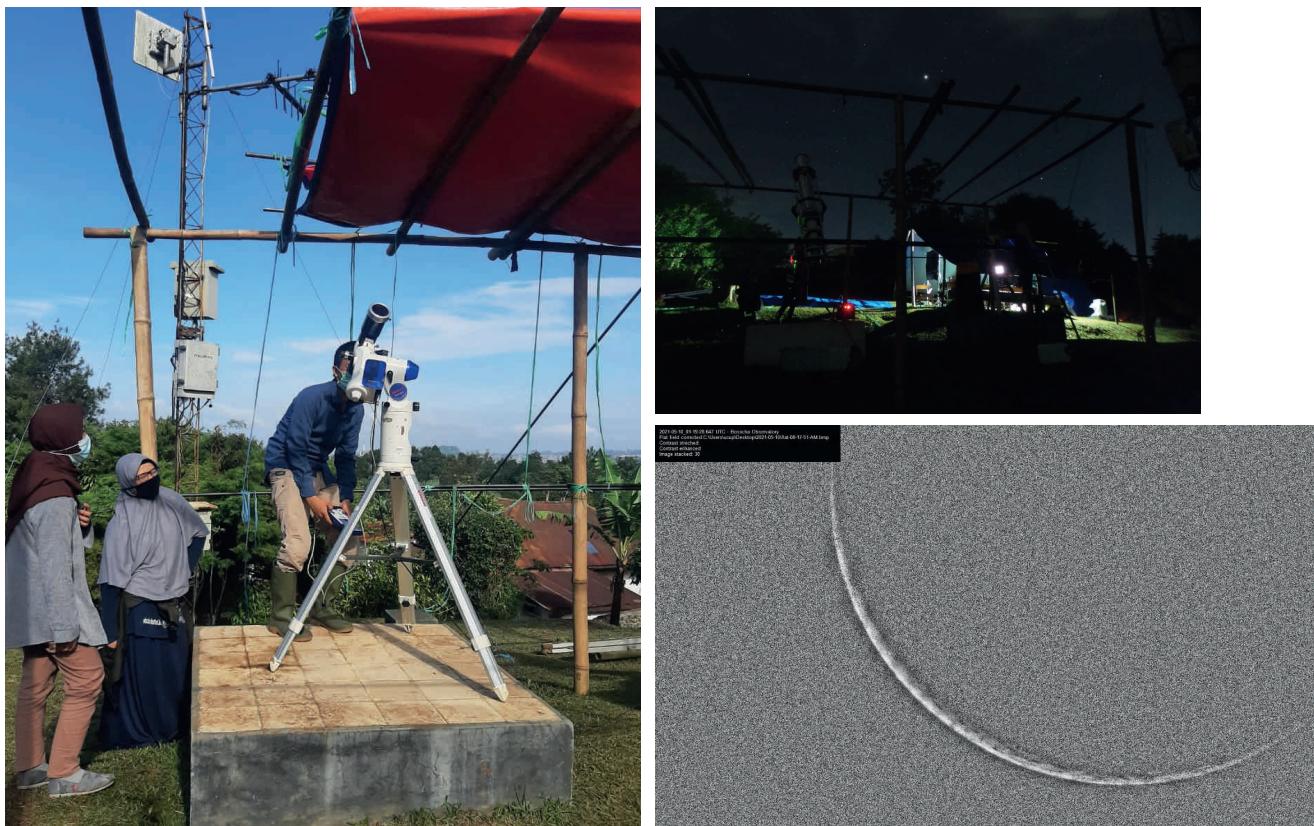
Pengamatan Hilal Ramadhan - Zulkaidah 1442 H

Pengamatan hilal dilakukan oleh Observatorium Bosscha untuk membantu upaya pendekripsi sabit muda penentu awal bulan Hijriah serta menambah data penelitian mengenai batas elongasi dan ketinggian hilal yang dapat diamati. Pengamatan dilakukan setiap bulan oleh tim astronom Observatorium Bosscha dan mahasiswa Astronomi ITB yang dipimpin oleh Muhammad Yusuf. Pada periode ini, tiga kali pengamatan telah terlaksana, masing-masing pada tanggal 10-13 April, 9-12 Mei, dan 8-10 Juni 2021 di area barat kompleks Observatorium Bosscha.

Setiap rangkaian pengamatan dimulai dengan mempersiapkan pengamatan dari tiga hari sebelum kemunculan hilal. Pengamatan Bulan dimulai pada pagi hari saat Bulan masih berada

pada fase Bulan tua dan terus diikuti hingga terbenam di barat. Walaupun kondisi langit cenderung berawan dan mendung, tim pengamat berhasil menangkap beberapa citra Bulan sabit tua Syakban, Ramadhan, dan Syawal serta citra Bulan sabit muda (hilal) Syawal 1442 H.

Sebelum publikasi citra, dilakukan *pre-processing* citra sehingga diperoleh citra Bulan yang lebih baik. Para mahasiswa anggota tim turut diberi materi mengenai cara melakukan *polar alignment* atau proses penyelarasan sumbu rotasi teleskop dengan kutub langit. Keikutsertaan mahasiswa pada aktivitas ini dilakukan sebagai pemberdayaan dan peningkatan kapasitas sebagai peneliti pada salah satu topik penelitian yang dilaksanakan oleh Observatorium Bosscha.



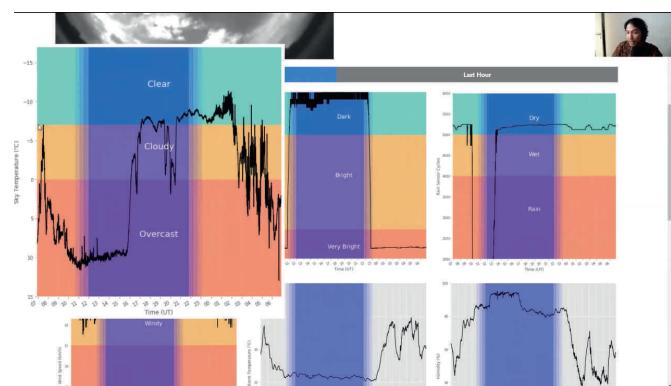
Gambar 4. Dokumentasi agenda pengamatan hilal. © Observatorium Bosscha

Kolokium Observatorium Bosscha: “Sistem Monitoring Cuaca dan Integrasi ke Sistem Robotik”

Pada 21 Juni 2021, Observatorium Bosscha mengadakan kolokium daring mengenai “Sistem Monitoring Cuaca dan Integrasi ke Sistem Robotik” sebagai inisiasi rencana penyelenggaraan kolokium secara semi-rutin. Kolokium diselenggarakan melalui Zoom Meeting dari pukul 13.00 - 15.00 WIB.

Kolokium ini merupakan realisasi dari rencana Muhammad Yusuf yang disampaikan di seminar Himpunan Astronomi Indonesia (HAI) pada 1 Oktober 2013. Pada kolokium ini, diberi penjelasan mengenai sistem buka-tutup atap teleskop secara manual dan menggunakan motor oleh teknisi observatorium, Agus Setiawan, kemudian dilanjutkan penjelasan mengenai sistem kontrol tiga fase pada motor oleh Chornelis J. B.

Anin, dan penjelasan mengenai sistem *monitoring* cuaca oleh Muhammad Yusuf. Sistem tersebut saat ini telah dikembangkan dan beroperasi di Observatorium Bosscha. Informasi kondisi cuaca terkini dari observatorium telah dapat diakses melalui halaman web observatorium. Sistem ini



Gambar 5. Dokumentasi kolokium. © Observatorium Bosscha

■ Agenda Observatorium

telah menghasilkan parameter cuaca yang relevan untuk kelayakan pengamatan. Sistem ini telah diintegrasikan dengan Bosscha Robotic Telescope (BRT) dan mekanisme operasi atap rumah teleskop, sehingga memungkinkan pengamatan robotik yang terprogram dan selalu peka dengan

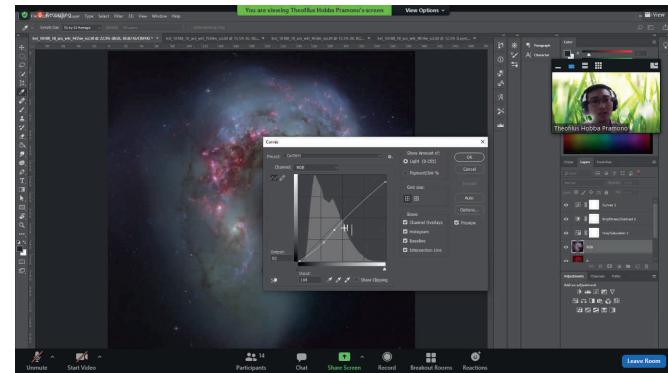
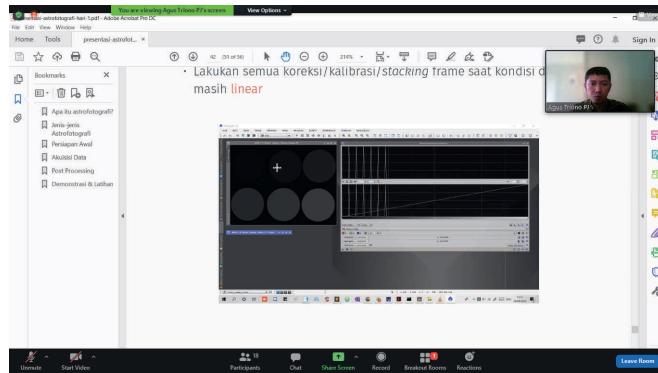
perubahan cuaca terkini. Salah satu implementasi sistem ini adalah atap yang dapat tertutup secara otomatis ketika cuaca tidak mendukung untuk pengamatan. Kolokium diakhiri dengan sesi diskusi dan penutupan dari Kepala Observatorium Bosscha, Premana W. Premadi.

Temu Virtual 2 - Kelas Astrofotografi Dasar

Temu Virtual (TV) edisi kedua diselenggarakan dalam bentuk Kelas Astrofotografi Dasar, pada 26 - 27 Juni 2021 mulai dari pukul 09.00 - 13.00 WIB untuk hari pertama dan 09.00 - 12.00 WIB untuk hari kedua. Kelas diselenggarakan melalui Zoom Meeting dengan jumlah peserta 38 orang. Materi yang dibahas pada kelas ini meliputi pembahasan mengenai dasar-dasar serta *post-processing* citra astrofotografi pada hari pertama dan citra astrofotografi dari arsip publik, terutama Hubble Legacy Archive (HLA), pada hari kedua. Di akhir sesi kedua hari, peserta dibagi ke dalam *breakout room* untuk berdiskusi, praktik *post-processing* citra, dan *troubleshooting* perangkat lunak. Pembahasan materi dilakukan oleh Agus

Triono PJ serta sesi terakhir kelas dipandu oleh dua asisten, yaitu Irfan Imaduddin dan Theofilus Hobba Pramono.

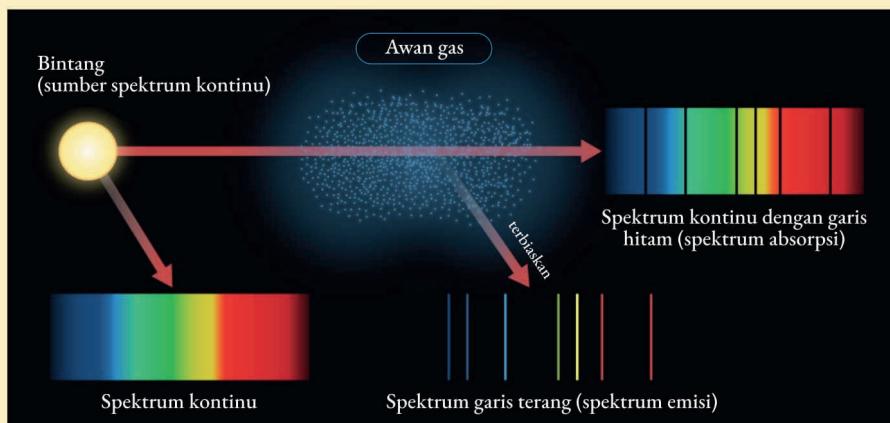
Kelas ini diharapkan dapat memberikan informasi yang cukup kepada peserta yang baru mempelajari astrofotografi mengenai perencanaan dan pelaksanaan astrofotografi, sumber citra astrofotografi dari arsip publik, dan memahami teknik pengolahan citra astrofotografi. Kami juga memberikan beberapa fasilitas kepada peserta, seperti contoh data untuk latihan mandiri, wadah untuk berdiskusi dengan pemateri dan asisten maupun sesama peserta, serta kesempatan untuk publikasi karya astrofotografi orisinal milik peserta di media sosial Observatorium Bosscha.



Gambar 4. Dokumentasi agenda Temu Virtual 2 - Kelas Astrofotografi Dasar. © Observatorium Bosscha

SPEKTROSKOPI

Sains yang mempelajari proses fisika yang terjadi pada cahaya sumber melalui analisa cahaya yang diurai menurut panjang gelombangnya (**spektrum**). Fenomena yang diamati adalah terang redupnya radiasi di tiap panjang gelombang atau frekuensi (**intensitas**).

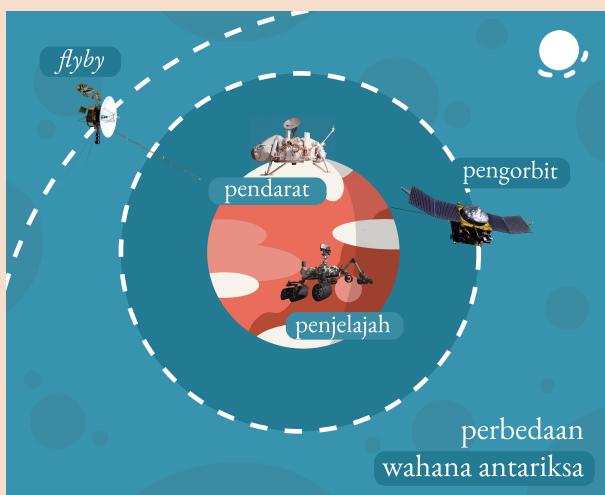


Gambar 1. Skema pembentukan 3 jenis spektrum cahaya. © OpenStax / Rice University

Pada spektrum, terlihat adanya garis-garis **absorpsi** yang menunjukkan adanya serapan; dan **emisi** yang menunjukkan adanya pancaran. Garis-garis ini dapat memberitahu kita identitas, sifat, maupun kelimpahan materi yang berinteraksi dengan cahaya. Spektroskopii dalam astronomi digunakan untuk mempelajari objek-objek dari skala bintang hingga galaksi, untuk menjawab berbagai pertanyaan seperti mengapa langit berwarna biru hingga seperti apa sifat dan kelimpahan unsur di alam semesta pada awal pembentukannya.

WAHANA ANTARIKSA

Kendaraan yang dirancang untuk perjalanan luar angkasa, umumnya membawa instrumen pencitraan, pengambilan dan penelitian sampel, maupun muatan manusia (astronaut). Secara umum, wahana dibagi ke dalam 4 jenis: **penerbang lintas (flyby)**, **pengorbit (orbiter)**, **pendaratan (lander)**, dan **penjelajah permukaan (rover)**. Setiap wahana ditentukan jenisnya berdasarkan misi saintifik yang diberikan.



Gambar 2. Perbedaan tiap jenis wahana antariksa.
© Observatorium Bosscha / Cinta Vidante

METEORIT

Batu kecil dari luar angkasa, seperti pecahan asteroid dan komet, yang jatuh dan telah sampai ke permukaan Bumi. Istilah ini seringkali tertukar dengan **meteor** dan **meteoroid**. Perbedaannya adalah **meteor** merupakan peristiwa terbakarnya benda langit kecil yang sedang jatuh ke Bumi di atmosfer, sedangkan **meteoroid** masih berada di luar angkasa.



Gambar 3. Perbandingan meteorit, meteori, dan meteoroid.
© socratic.org, CC-BY-NC-SA 4.0

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*). Jika Anda mengakses *NEBULA* secara digital, Anda dapat menekan tautan yang tercetak warna biru untuk langsung mengakses halaman yang diinginkan.

Ulasan Astronomi - Tetangga yang Tak Kunjung Kita Temui

Brennan, Pat. 2021. *Exoplanet Exploration: Planets Beyond Our Solar System*. NASA. Terakhir diakses pada 11 Juni 2021 di <https://exoplanets.nasa.gov/search-for-life/>.

Mattson, Barbara. 2017. *Imagine The Universe: The Milky Way Galaxy*. NASA. Terakhir diakses pada 11 Juni 2021 di <https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/objects/milkyway1.html>.

Ulasan Astronomi - Kegigihan Manusia dalam Mencari Kehidupan

Brennan, Pat. 2020. *Life in Our Solar System? Meet the Neighbors*. NASA. Terakhir diakses pada 23 Juni 2021 di <https://exoplanets.nasa.gov/news/1665/life-in-our-solar-system-meet-the-neighbors/>.

Drake, Nadia. 2021. *Why we explore Mars—and what decades of missions have revealed*. National Geographic. Terakhir diakses pada 23 Juni 2021 di <https://www.nationalgeographic.com/science/article/mars-exploration-article>.

Dunbar, Brian. 2008. *What is Astrobiology?* NASA. Terakhir diakses pada 23 Juni 2021 di <https://www.nasa.gov/feature/what-is-astrobiology>.

Panduan Observasi Langit, Juli - September 2021

Ford, Dominic. 2011-2021. *Calendar of Astronomical Events 2021*. In-The-Sky.org. Terakhir diakses pada 2 April 2021 di <https://in-the-sky.org/newscale.php>.

Zafra, Dan. 2020. *Best Time to See the Milky Way + 2021 Milky Way Chart*. Capturetheatlas LLC. Terakhir diakses pada 25 Juni 2021 di <https://capturetheatlas.com/best-time-to-see-the-milky-way/>.

Zafra, Dan. 2020. *How to Photograph the Milky Way and the Galactic Center*. Capturetheatlas LLC. Terakhir diakses pada 25 Juni 2021 di <https://capturetheatlas.com/how-to-photograph-the-milky-way/>.

Daftar Istilah Pilihan

Fraknoi, A. et al. 2018. *Astronomy*. Houston: Rice University. Dapat diakses terbuka melalui <https://openstax.org/details/books/astronomy>.

NASA's Jet Propulsion Laboratory. 2021. *Basics of Space Flight*. NASA. Terakhir diakses pada 30 Juni 2021 di <https://solarsystem.nasa.gov/basics/chapter9-1/>.