



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Suryadi Siregar

**DARI SISTIM BINTANG
KE BENDA KECIL TATA SURYA**

20 Desember 2014
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

Hak cipta ada pada penulis

Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung
20 Desember 2014

Profesor Suryadi Siregar

DARI SISTIM BINTANG
KE BENDA KECIL TATA SURYA



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Judul: DARI SISTIM BINTANG KE BENDA KECIL TATA SURYA.
Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,
tanggal 20 Desember 2014.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA
1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah). 2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak Cipta ada pada penulis

Data katalog dalam terbitan

Suryadi Siregar
DARI SISTIM BINTANG KE BENDA KECIL TATA SURYA
Disunting oleh Suryadi Siregar

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2014
vi+58 h., 17,5 x 25 cm
ISBN 978-602-8468-71-8
1. Teknik 1. Suryadi Siregar

SINOPSIS

Orasi ilmiah ini tentang perjalanan pengembangan bidang keilmuan Sistim Bintang (*Stellar System*) dan Tata Surya (*Solar System*) yang selama ini dtekuni. Dimulai dari asisten observer bintang ganda di Observatorium Bosscha Lembang pada tahun 1975, observer, dan tenaga pengajar di Institut Teknologi Bandung. Astronom residence pengamat asteroid di Observatoire de la Cote d’Azur, Perancis (1980-1984). Diingatkan kembali sejarah masuknya astronomi modern Indonesia. Pentingnya program bintang ganda visual untuk terus dilanjutkan. Pencarian planet baru di luar Tata Surya yang masih dapat dilakukan dengan fasilitas yang ada di Observatorium Bosscha. Selain itu diisyaratkan perlunya kepekaan dan tanggap terhadap kebutuhan masyarakat selain tanggap terhadap perkembangan ilmu lainnya.

Disekitar kita banyak Benda Kecil Tata Surya seperti asteroid dan komet mengorbit dalam bentuk dan lintasan yang beragam. Ancaman ditumbuknya Bumi oleh objek dekat Bumi dan peluang mengenal lebih jauh tentang system Tata Surya kita disampaikan dalam orasi ini. Pendidikan Astronomi mempunyai tradisi berbasis penelitian. Oleh sebab itu menjaga kelangsungan observatorium dan mempersiapkan observatorium baru sebagai sarana riset yang diamanatkan dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 21 tahun 2013 mutlak harus dilakukan.

DAFTAR ISI

SINOPSIS	iii
DAFTAR ISI	v
PENDAHULUAN	1
RISET BINTANG GANDA	3
RISET BENDA KECIL TATA SURYA	11
TANTANGAN ASTRONOMI INDONESIA	24
UCAPAN TERIMA KASIH	28
DAFTAR PUSTAKA	29
REKAMAN KARYA PENULIS	32
BENTUK PENGAKUAN LAINNYA	40
CURRICULUM VITAE	47

DARI SISTIM BINTANG KE BENDA KECIL TATA SURYA

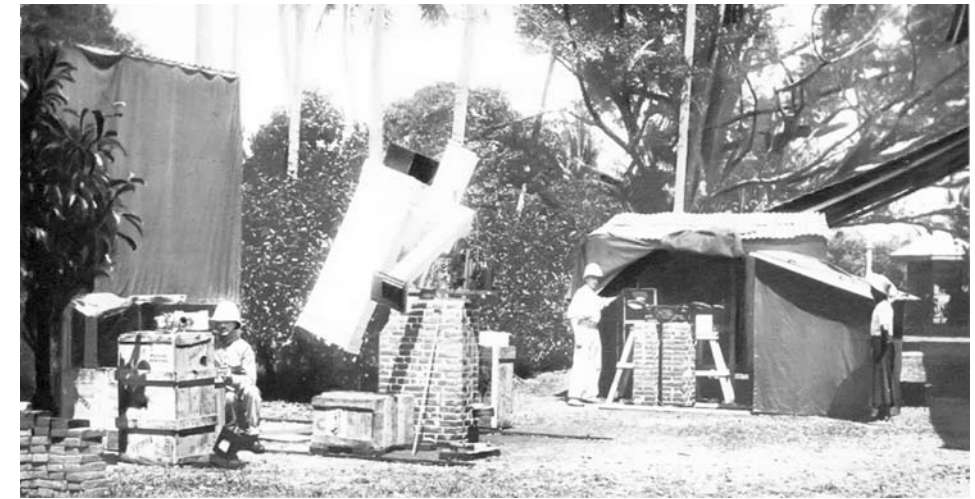
PENDAHULUAN

Astronomi merupakan salah satu bidang keilmuan yang digolongkan kedalam ilmu pengetahuan alam. Dulu astronomi dianggap sebagai ilmu suci ia digunakan untuk menghubungkan peristiwa yang ada di langit ke dalam aspek kehidupan sehari-hari. Selain itu astronomi juga sering dicampur baurkan dengan astrologi, meramalkan peristiwa apa yang akan terjadi dengan melihat tanda-tanda di langit.

Kemudian, dari rasa ingin tahu manusia berusaha memahami fenomena tersebut. Sejalan dengan itu ilmu pengetahuan juga terus berkembang. Astronomi yang sifatnya universal, empiris dan frontier merupakan printis terdepan dalam perkembangan ilmu. Sekarang astronomi bukan lagi ilmu yang digunakan untuk meramalkan kejadian di Bumi melainkan ilmu yang berusaha memahami fenomena di langit secara ilmiah. Astronomi merupakan ajang pengujian teori-teori fisika, matematika, kimia dan biologi yang kita bangun di Bumi. Spekulasi dan telaah tentang bentuk kehidupan maupun pembentukan molekul di angkasa luar merupakan bidang studi yang terus berkembang dalam astronomi. Singkat kata astronomi merupakan ilmu pengetahuan alam yang memanfaatkan semua disiplin ilmu. Oleh sebab cakupannya, yang

begitu luas para ilmuwan mencoba mengembangkan hal spesifik dari astronomi, muncullah astrofisika, astrobiologi, astrokimia astrogeodesi, dan seterusnya.

Astronomi modern di Indonesia mulai berkembang sejak awal abad ke delapan belas. Pada saat itu para astronom Belanda dari Utrecht dan Leiden silih berganti mengunjungi Indonesia untuk mengamati benda langit belahan selatan, untuk keperluan geodesi maupun astronomi. Misalnya perjalanan de Lange pada tahun 1852 untuk menentukan lintang kota Manado, pengamatan Bulan dan pengukuran arah angin. Demikian pula ekspedisi Carl Friedrich Julius ke Muntok, Palembang, Jambi dan Singapore. Observasi gerhana Matahari 8 Juli 1861 dan okultasi Venus-Matahari pada tanggal 12 November 1861 (Lewis Peyenson, 1989). Awal abad ke 19 dibuka oleh astronom Perancis, Baume Pluvine dan kawan-kawan mengamati gerhana Matahari total di Padang pada tanggal 18 Mei 1901, publikasi mereka semakin menegaskan pentingnya observasi astronomi dilakukan dari Indonesia (Camille Flammarion, 1955). Minat yang semakin besar untuk mempelajari astronomi saat itu, mencetuskan ide untuk membangun sebuah lokasi pengamatan yang permanen. Pada tahun 1920 dibangun sebuah Observatorium astronomi di Lembang (15 kilometer dari Bandung) yang dikenal sebagai Observatorium Bosscha.

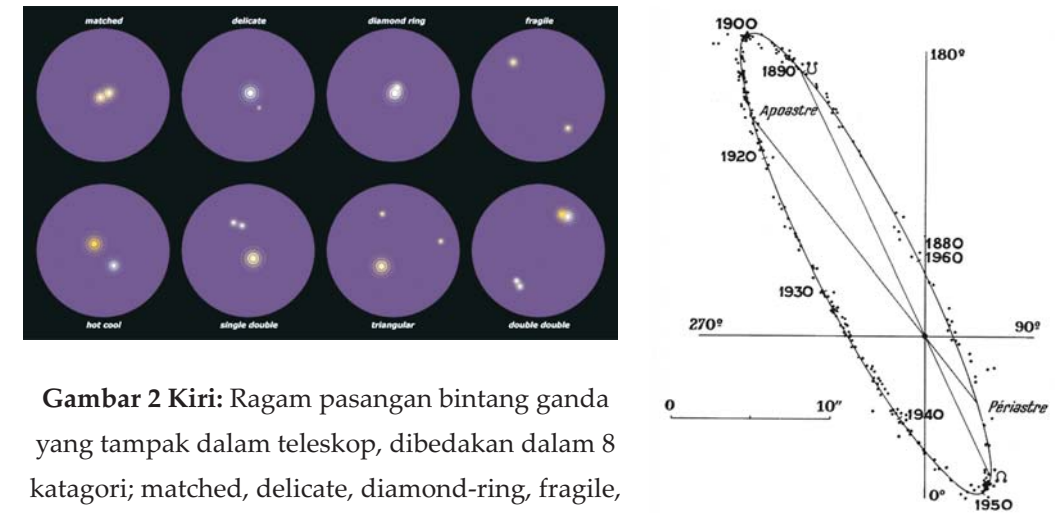


Gambar 1. Camp ekspedisi Blume Pluvin dan kawan-kawan ketika mengamati gerhana matahari total 18 Mei 1901 di Padang, Sumatra (Camille Flammarion, 1955)

RISET BINTANG GANDA

Sejak itu, astronom dari Indonesia telah menyumbangkan hasil karya ilmiah mereka di dunia internasional. Bermodal teleskop Zeiss-60cm dimulailah telaah tentang sistim bintang khususnya bintang ganda. Yaitu pasangan bintang yang terikat satu sama lain oleh gravitasi. Telaah bintang ganda merupakan salah satu ilmu astronomi tertua di Indonesia. Penelitian utamanya adalah menentukan orbit, dari orbit kita dapat menentukan massa dan jarak bintang tersebut. Ada pula pasangan bintang yang jaraknya sangat dekat. Karena kedudukannya berdekatan maka dalam evolusinya kedua bintang saling berinteraksi. Ada tahap-tahap evolusi dimana bintang yang satu mengalirkan massanya ke bintang lainnya. Minat ke bidang penelitian ini dipicu setelah ditemukannya bintang ganda pemancar sinar X, yaitu bintang ganda yang

salah satu anggotanya merupakan bintang kompak yang dikenal sebagai bintang netron atau *black hole*. Penemuan lainnya seperti bintang ganda pulsar, pulsar milidetik menarik pula untuk dipelajari karena benda-benda itu diduga merupakan produk akhir evolusi bintang ganda dekat. Kelompok ini kemudian memperluas cakrawalanya bukan hanya pada bintang ganda tetapi juga ke bintang jenis lain. Salah satu penelitian yang dilakukan adalah tentang bintang B-emisi dan bintang Herbig Ae/Be yaitu bintang-bintang muda yang pada spektrumnya ditemukan garis-garis emisi. Garis emisi itu berasal dari selubung materi (gas atau debu) yang menyelimuti bintang tersebut. Bintang muda ini, cenderung berkelompok membentuk bintang ganda. Keberadaan telekop Zeiss-60cm telah menyumbangkan banyak data tentang astrometry bintang ganda. Ada puluhan pasangan bintang ganda visual yang diukur oleh van Albada-van Dien (1983, 1985), Jasinta dan Soegiartini (1994), Jasinta *et al* (1995). Sejalan dengan itu pengembangan perangkat lunak untuk memudahkan pekerjaan hitung orbit juga dilakukan oleh Siregar (1988). Perangkat lunak ini digunakan untuk menghitung beberapa orbit bintang ganda misalnya pekerjaan Siregar dan Nugroho (2006). Nugraha dan Siregar (2006) menelaah pasangan bintang ganda WDS 17190-3459, belakangan diketahui bahwa sistim ini mempunyai planet yang mengorbit pada bintang sekunder (Feroz dan Hobson, 2014). Bintang ganda lain yang banyak diamati orang adalah Alpha Centauri. Siregar dan Kuncarayakti (2007), menghitung ulang kembali orbit Alpha Centauri, ternyata orbitnya sedikit menyimpang dari penelitian sebelumnya, orang menduga orbit



Gambar 2 Kiri: Ragam pasangan bintang ganda yang tampak dalam teleskop, dibedakan dalam 8 katagori; matched, delicate, diamond-ring, fragile, hot-cool, single-double, triangular dan double-

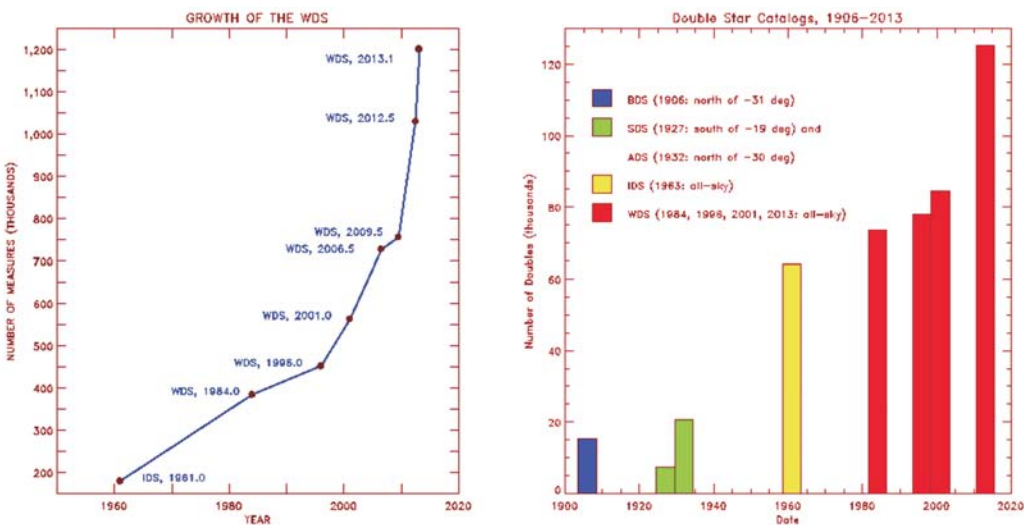
double. **Kanan :** Alpha Centauri bintang ganda terang langit selatan di konstelasi Centaurus (gubuk penjeng, salib selatan, rasi layang-layang), terdiri dari dua komponen. Sejak Observatorium Bosscha didirikan, bintang ini terus menerus diamati. Alpha Centauri A diletakkan pada sumbu koordinat dan Alpha Centauri B bergerak relatif terhadap Alpha Centauri A. Dari orbitnya yang berbentuk elips, bisa ditentukan jarak dan massanya.

yang diturunkan dengan prinsip *two-body problem* telah mengalami gangguan gravitasi dari benda ketiga yang belum diketahui. Dengan mengamati pergeseran warna biru ketika mengukur kecepatan radial bintang, Dumusque *et al* (2012) mengajukan beberapa fakta, pada sistim bintang ganda Alpha Centauri memang ada planet seukuran Bumi yang mengorbit bintang sekunder. Contoh lain adalah keberadaan planet pada STF1998AC, yang diungkap oleh Zirm (2008), hal ini menunjukkan riset bintang ganda visual, dapat digunakan untuk mencari exoplanet. Berdasarkan argument ini Siregar dan Pratiwi (2014) mencoba untuk menelaah kembali orbit STF 1998 AB. Dulu, pasangan bintang ganda pada

konstelasi Scorpion ini dapat kita amati dari Bandung, sekarang banyak bintang yang lenyap dari langit Bandung akibat polusi cahaya. Bintang redup dan jauh hanya dikenal lewat virtual observatory.

Jika $R_{\odot}$ dan $M_{\odot}$ masing-masing menyatakan jejari dan massa Matahari maka Alpha Centauri A, mempunyai massa $1,1 M_{\odot}$, jejarnya $1,2 R_{\odot}$. Temperaturnya 5790 K. Alpha Centauri B mengitari pusat massa sistim dalam periode 79,9 tahun, jejarnya $0,9 R_{\odot}$ dan massanya $0,9 M_{\odot}$. Umur bintang diperkirakan 6 milyar tahun. Kedua bintang akan berada pada jarak minimum satu dengan lain pada tahun 2035. Jarak kedua bintang ke Bumi adalah 4,5 tahun cahaya (Suryadi Siregar dan Hanindyo Kuncarayakti, 2007). Imbuan Alpha menunjukkan dia adalah bintang yang paling terang di konstelasi bersangkutan.

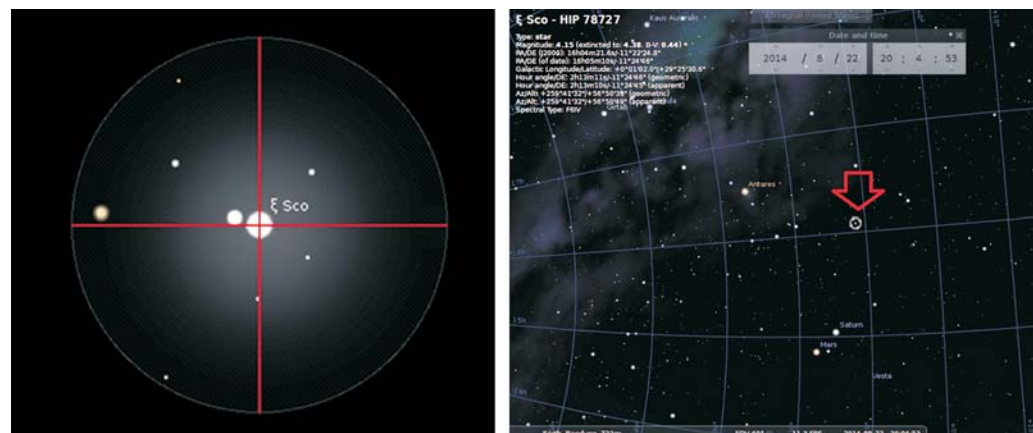
Jumlah publikasi tentang Bintang Ganda memperlihatkan pertumbuhan yang eksponensial, perbaikan teknik pengukuran kearah yang lebih presisi dimungkinkan dengan teknologi saat ini. Untuk bintang ganda terang, tidak memerlukan konsideran cuaca yang sangat ketat dibandingkan riset tentang struktur galaksi yang banyak mengandung objek yang cahayanya sangat lemah. Diagram berikut meragakan pertumbuhan informasi bintang ganda oleh komunitas astronomi sampai tahun 2013.



Gambar 3 Kiri : Pertumbuhan populasi bintang yang diukur dari tahun 1960 sd 2013 Menurut Katalog Washington Double Stars, menunjukkan pertumbuhan eksponensial. **Kanan:** Jumlah bintang ganda dalam beragam katalog BDS, SDS,ADS,IDS dan WDS dari kurun waktu 1906 sd 2013.Katalog WDS merangkum semua bintang ganda di utara maupun belahan selatan langit.

Tabel 1: Populasi bintang ganda visual berdasarkan jumlah komponen yang dimiliki (Sumber: Washington Double Star Catalogue, 2012)

Komponen	Jumlah	Prosentase
2 (binary)	82760	78,69
3(triple)	12431	11,82
4(quadrupole)	4629	4,4
5	1905	1,81
6	854	0,81
7	541	0,51
8	380	0,36
9	236	0,22
10+(star cluster)	1439	1,38
Total	105175	100



Gambar 4 Kiri: Snapshot WDS16055-1122 = ξ Sco=STF1998 AB= ADS9909=HIP78727 nama lainnya adalah HD144069, dilihat melalui okuler teleskop. Bintang ini memerlukan waktu 47,3 tahun untuk melengkapi orbitnya. Mempunyai massa masing-masing 1,44 dan 1,35 massa matahari. Berumur sekitar 4,5 Gy berjarak 23,9 parsek atau 7.8 tahun cahaya (Siregar dan Pratiwi, 2014). **Kanan:** Keadaan langit malam pada tanggal 22 Agustus 2014, konstelasi Scorpio tampak merentang diangkasa Bandung yang ideal. Bintang ξ Sco ditandai dengan panah berwarna merah. Panorama indah ini sekarang hanya dapat kita lihat lewat virtual observatory (Stellarium, 2014)

Ada korelasi kuat antara periode orbit dengan jarak bintang. Andaikan jarak rerata antara satu komponen dengan komponen lainnya dalam sistim bintang ganda dimisalkan 2 detik busur. Maka diperoleh suatu kesimpulan makin besar jarak separasinya makin panjang periode orbitnya. Bersamaan dengan itu semakin jauh pula lokasi pasangan bintang tersebut dari Matahari kita.

Tabel 2: Skala bintang ganda visual menurut katagorinya

Periode [tahun]	Radius orbit (au)	Jarak[pc], $a=2''$	Katagori
22	10	5	Saturnus orbit
250	50	25	Median(Kuiper-belt)
2.800	250	125	Heliosphere
22.000	1.000	500	Stable
250.000	5.000	2.500	Wide
2.800.000	25.000	12.500	Fragile

Ketika UNESCO mendonasikan teleskop Schmidt (51cm/71cm/127cm) ke Observatorium Bosscha pada tahun 1960, era baru penelitian tentang struktur galaksi dimulai. Teleskop ini layak digunakan untuk studi astronomi dengan modus survey. Selain perangkat utama sebagai modal, letak geografis Observatorium Bosscha sangat menguntungkan untuk keperluan itu. Keuntungan geografis memang pernah menjadi pertimbangan penting dalam memilih perlengkapan. Dengan sistim optiknya yang bagus, baik untuk pekerjaan khas seperti fotometri gugus galaktik, astrometri bintang maupun objek langit yang bergerak cepat (asteroid, komet, satelit buatan) ataupun fenomena langit yang berubah cepat (nova, bintang variabel) baik secara spektroskopik maupun fotometrik, beberapa bintang variabel pernah pula tanpa disengaja ditemukan dengan bantuan teleskop ini misalnya bintang variabel di daerah Lupus (Siregar,1975). Walaupun telaah astronomi itu mendasarkan pada data, adalah tidak bijaksana jika perencanaan program

dilaksanakan dengan cara *trial and error* tanpa melihat kecendrungan atau premis ilmiah. Oleh karena itu pengamatan atau suatu survey harus diletakkan secara kokoh pada teori dan antisipasi kita mengenai sistim yang dihadapi. Bahwasanya akan terdapat simpangan antara harapan dan kenyataan adalah hal yang harus dilalui dengan cara membangkitkan suatu model atau metodologi baru, guna menyibak rahasia yang belum terungkap.

Pada posisi geografis 7 jam 10 menit BT dan 6° 49' LS, Observatorium Bosscha menjadi sangat penting dipandang dari distribusi observatorium dalam bujur maupun lintang geografik. Observatorium dan komunitas astronomi tidak dapat menghindari diri dari “komitmen moril internasional”. Masyarakat astronomi internasional sering mengadakan kampanye untuk menyelesaikan suatu masalah pengamatan, seperti gerhana Matahari, peristiwa transit ataupun penampakan komet dan objek eksotis lainnya. Persepsi kita mengenai wujud Galaksi, Sistim Bintang, Tata Surya dan Alam Semesta beberapa dekade yang lalu berbeda dengan gambaran yang terungkap dewasa ini. Perbedaan itu diperoleh antara lain oleh kemajuan instrumentasi, sebab lainnya adalah dimanfaatkannya rentang spektrum lain. Pemanfaatan spektrum di luar frekuensi cahaya tampak membuka kesempatan baru untuk mempelajari daerah yang kaya materi antar bintang (*interstellar*). Kalau tadinya materi antar bintang hanya dirasakan sebagai gangguan penghalang garis pandang, maka sekarang materi antar bintang padat gas dan debu, yang

mengandung molekul kompleks, merupakan tempat penting untuk ditelaah karena kaitannya dengan kelahiran bintang dan planet. Pada daerah infra merah kita dapat menguak informasi dari tempat yang jauh letaknya, karena infra merah dapat menerobos daerah dengan serapan besar di rentang cahaya kasat mata. Telaah radiasi inframerah menjadi insentip penting bagi penyelidikan optik. Dengan memanfaatkan teleskop Schmidt yang unjuk kerjanya di daerah inframerah mendekati prima, telaah struktur galaksi kita dapat menjangkau daerah di dekat pusat galaksi, selain itu bidang ekliptika yang melintas langit Lembang memberikan keuntungan tersendiri dalam mengamati benda kecil Tata Surya. Inilah keuntungan lain dari geografis Observatorium Bosscha yang ada di Lembang.

RISET BENDA KECIL TATA SURYA

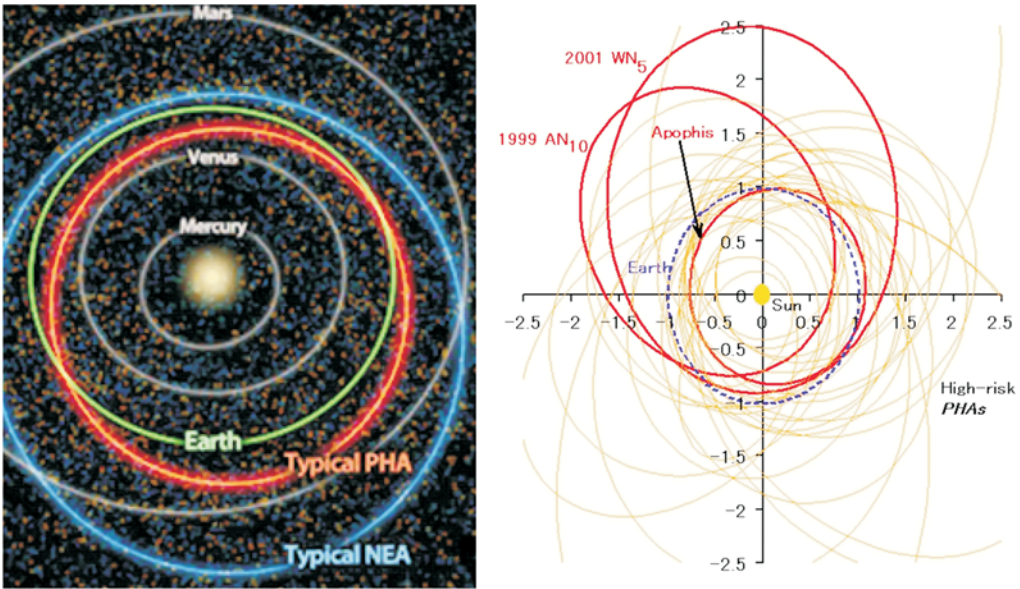
Sampai tahun 60 an asteroid dan benda kecil lainnya dianggap parasit pada plat forotgrafik, goresan bayangan dianggap mengganggu penelitian astronomis, kini telaah tentang benda kecil Tata Surya telah menjadi domain riset yang cukup penting dalam Astrofisika. Hampir setiap minggu ditemukan asteroid baru yang beredar dekat Bumi kita. Asteroid dekat Bumi (*Near Earth Asteroids*, NEAs) terdiri dari empat kelompok: Apollo, Amor, Aten dan Atira yang dicirikan dengan kriteria sebagai berikut (Siregar dan Nakia, 2012).

Tabel 3: Kriteria Atira, Aten, Apollo dan Amor. Setengah sumbu panjang orbit, jarak terjauh dan jarak terdekat dinyatakan dengan symbol; a , Q , dan q

Group	Deskripsi	Definisi
Atira	NEAs dengan orbit lebih kecil dari radius orbit Bumi (dinamakan mengikuti asteroid 163693 Atira)	$a < 1.0$ sa $Q < 0.983$ sa
Aten	NEAs yang menyilang orbit Bumi (dinamakan mengikuti asteroid 2062 Aten)	$a < 1.0$ sa $Q > 0.983$ sa
Apollo	Earth-crossing NEAs (dinamakan seperti asteroid 1862 Apollo)	$a > 1.0$ sa $Q < 1.017$ sa
Amor	NEAs dengan orbit mendekati Bumi namun berada dibagian dalam radius orbit Mars (dinamakan mengikuti asteroid 1221 Amor)	$a > 1.0$ sa, $1.017 \text{ sa} < q \leq 1.3 \text{ sa}$

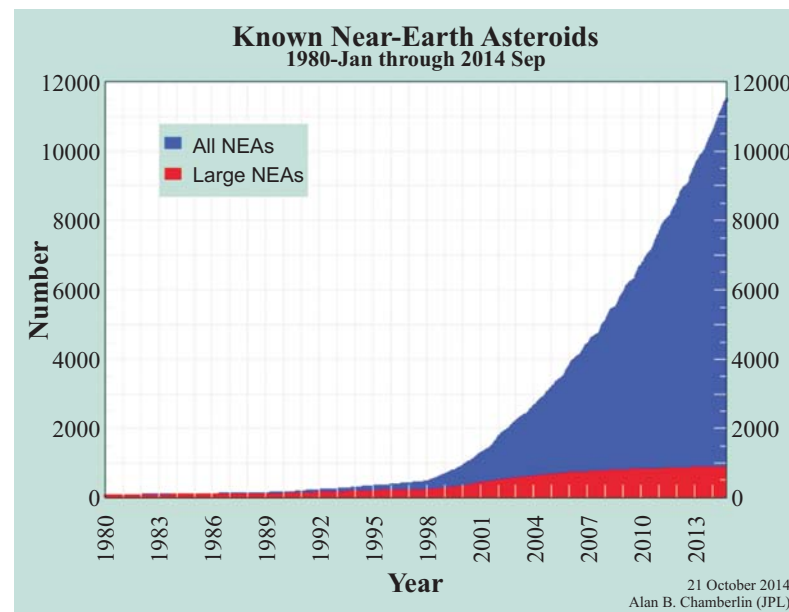
Apabila sebuah asteroid mendekati Bumi pada jarak 0,05 sa dan orbitnya menyilang lintasan Bumi maka dia diklasifikasikan sebagai *Potentially Hazardous Asteroid* (PHAs), syarat lainnya adalah kecerlangannya (*magnitude absolut*) $H \leq 22$. Contoh dari asteroid tipe ini adalah 4179 Toutatis (Siregar, 2005).

Beberapa lintasan PHAs disekitar Bumi telah diketahui dengan baik, ilustrasi berikut menunjukkan kepadatan orbit PHAs disekitar Bumi kita dan beda antara NEAs dan PHAs



Gambar 5 Kanan :Lintasan beberapa PHAs disekitar Bumi kita (vide; Suryadi Siregar *et al*, 2009).Garis putus-putus biru menunjukkan orbit Bumi. Garis tebal merah menunjukkan lintasan 1999 AN10, 2001 WN5 dan Apophis yang mendekati Bumi pada tahun 2027, 2028 dan 2029.Tidak semua NEAs merupakan PHAs hanya asteroid yang menyilang orbit Bumi dan berjarak $\Delta < 0,05$ sa yang digolongkan sebagai PHAs seperti yang diragakan dalam gambar sebelah kiri.

Minat untuk mengungkap rahasia pada sebuah planet, komet dan asteroid serta benda kecil lainnya semakin mendapat tempat dengan adanya fasilitas reflector Schmidt di Observatorium Bosscha dan kesempatan yang diberikan oleh pemerintah untuk studi lanjut, bagi mahasiswa astronomi maupun magang di Observatorium lain seperti yang diperoleh penulis yang mendapat tugas belajar ke Universite de Nice dan magang di Observatoire de Nice (Observatoire de la Cote d’azur), Perancis pada kurun waktu 1980 sampai dengan 1984.



Gambar 6: Penemuan asteroid memperlihatkan pertumbuhan eksponensial. Asteroid berukuran kecil kurang dari 1000 meter (dimensi meter) lebih mendominasi dari asteroid besar, diameter lebih dari 1000 meter (dimensi kilometer)
(Credit: science. nasa.gov)

Dengan mempelajari distribusi dan evolusi benda kecil Tata Surya; asteroid, komet dan anasir kosmik lainnya kita akan mengetahui dengan lebih baik asal muasal dan evolusi Tata Surya dan fenomena antariksa lainnya (Siregar,1991). Riset tentang benda antariksa yang mengorbit dekat Bumi, Near Earth Object (NEO) menjadi lebih penting ketika Perserikatan Bangsa-bangsa (PBB) mengadopsi Palermo Technical Impact Hazard Scale sebagai ukuran tingkat bahaya apabila ada benda luar angkasa yang akan menumbuk Bumi. Skala ini menyatakan tingkat kerusakan dan prediksi tumbukan benda kecil Tata Surya dengan menggabungkan probabilitas dan potensial kehancuran, diciptakan oleh

Profesor Richard P.Binzel dari Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, di Massachusetts Institute of Technology (MIT). Versi pertama yang berjudul "A Near-Earth Object Hazard Index", dipresentasikan di konferensi PBB pada tahun 1995 dan dipublikasikan di Annals of the New York Academy of Sciences, volume 822, tahun 1997. Revisi dari versi "Hazard Index" kemudian dipresentasikan pada Juni 1999 di konferensi internasional NEO yang diselenggarakan di Torino (Turin), Italia. Konferensi memutuskan untuk mengadopsi versi yang sudah direvisi yang kemudian dikenal dengan nama "Torino Scale" yang merupakan revisi dari skala sebelumnya (Skala Palermo). Konklusi tersebut disampaikan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4: Skala Torino, klasifikasi tingkat bahaya bila Bumi ditumbuk oleh asteroid, komet dan meteor (benda kecil Tata Surya).

Katagori	S	Definisi
Tidak Berbahaya (Zona Putih)	0	Kemungkinan terjadi tumbukan mendekati nol. Benda kecil Tata Surya, seperti batu meteor akan terbakar di atmosfer. Diikuti oleh hujan meteorit yang tidak menimbulkan bencana.
Normal (Zone Hijau)	1	Peristiwa rutin obyek yang melewati orbit Bumi, tidak akan menimbulkan bahaya termasuk dalam kategori ini. Perhitungan sementara menunjukkan probabilitas tumbukan sangat kecil sehingga tidak perlu untuk dipublikasikan. Katagori bahaya bisa diturunkan ke level nol jika ada observasi terbaru yang mendukung.

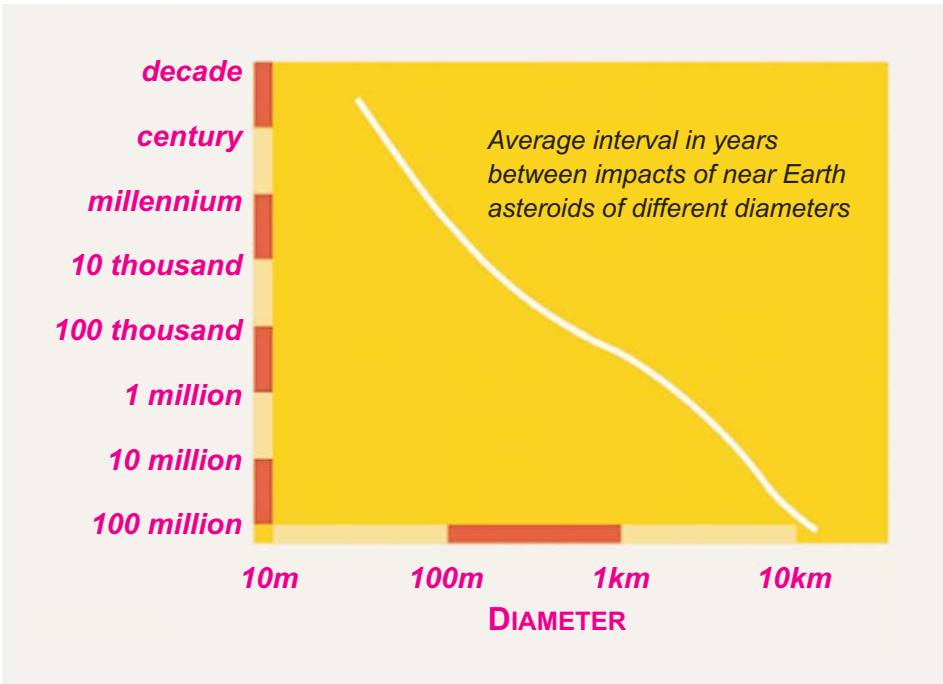
Katagori	S	Definisi
Perlu perhatian astronom (Zona Kuning)	2	Penemuan suatu obyek yang bisa menjadi rutin dengan memperluas pencarian. Walaupun demikian tingkat kemungkinan tumbukan masih sangat kecil. Observasi terbaru bisa saja memungkinkan untuk menurunkan tingkat bahaya ke level 0.
	3	Perhitungan sementara menghasilkan kemungkinan tumbukan adalah 1% atau lebih mengakibatkan kehancuran pada bagian tertentu di muka Bumi. Observasi terbaru bisa memungkinkan untuk menurunkan tingkat bahaya ke level 0. Publik perlu diberi tahu jika tumbukan akan terjadi kurang dari 1 dekade.
	4	Perhitungan sementara menghasilkan kemungkinan tumbukan adalah 1% atau lebih, dapat mengakibatkan kehancuran pada kawasan tertentu. Observasi terbaru bisa memungkinkan untuk menurunkan tingkat bahaya ke level 0. Publik perlu diberi tahu jika tumbukan akan terjadi kurang dari 1 dekade.
Membahayakan (Zone Oranye)	5	Menimbulkan ancaman serius tapi belum tentu menimbulkan kehancuran pada suatu kawasan. Dibutuhkan perhatian astronomer untuk memutuskan apakah akan ada tumbukan atau tidak. Jika waktu tumbukan kurang dari 1 dekade, rencana contingency harus segera disiapkan.
	6	Ada obyek besar yang menimbulkan ancaman serius tapi belum tentu menimbulkan kehancuran global. Perlu rencana contingency untuk kawasan tersebut jika waktu tumbukan kurang dari 3 dekade.

Katagori	S	Definisi
	7	Obyek besar akan mendekati orbit bumi dengan jarak yang sangat dekat. Rencana contingency internasional harus disiapkan. Semua Negara harus bekerja sama.
Tumbukan (Zone Merah)	8	Pasti akan terjadi tumbukan yang bisa mengakibatkan kehancuran pada kawasan tertentu. Kejadian dapat terjadi rata-rata sekali dalam 50 tahun dan sekali dalam 1000 tahun.
	9	Pasti akan terjadi tumbukan yang mengakibatkan kehancuran regional dan Tsunami besar. Kejadian dapat terjadi rata-rata sekali setiap 10.000 tahun dan sekali setiap 100.000 tahun.
	10	Pasti akan terjadi tumbukan yang mengakibatkan kehancuran global. Kejadian demikian terjadi rata-rata sekali setiap 100.000 tahun.

Pada tanggal 25 Desember 2004, planet kecil 2004 MN4 atau 99942 Apophis diklasifikasikan 4 pada skala Torino atau yang tertinggi selama ini. Pada 27 Desember 2004 memiliki kemungkinan 2.7% menabrak bumi pada 13 April 2029. Pada Juli 2005 resiko tumbukan dihilangkan menjadi nol, tetapi masih memiliki skala Torino 1 untuk tahun 2035 dan 2036 dan skala kumulatif Palermo 1 sampai 3.

NEO dengan skala Palermo lebih besar dari nol yaitu (29075) 1950 DA diprediksi mendekati atau menabrak bumi dengan probabilitas, $p \leq 0,003$, pada tahun 2880. Jika terjadi tumbukan, energi yang dilepaskan akibat

tumbukan akan mengakibatkan kehancuran global yang dapat menghancurkan seluruh kehidupan di bumi. Bencana ini bisa secara langsung maupun tidak langsung. Proses yang terjadi seketika setelah tumbukan adalah, kebakaran, Tsunami, dan gempa sedangkan proses tidak langsung antara lain kerusakan atmosfer, hujan asam, terganggunya proses fotosintesa, lenyapnya beberapa spesies flora dan fauna Suryadi Siregar et al (2009). Manusia masih memiliki 800 tahun untuk menyelidiki lebih jauh orbit (29075) 1950 DA tersebut dan membelokkan orbitnya jika diperlukan (Nizam Ahmad dan Suryadi Siregar, 2012).



Gambar 7: Peluang tumbukan rata-rata untuk berbagai diameter asteroid. Jika komet diikutsertakan frekuensinya bertambah sekitar 10 sampai 30 persent. Untuk asteroid dengan diameter 1 km interval kejadian sekitar 200000 tahun. Sedangkan untuk yang berdiameter 100 m, punya peluang setiap 3000 tahun (Harry Atkinson *et al*, 2000)

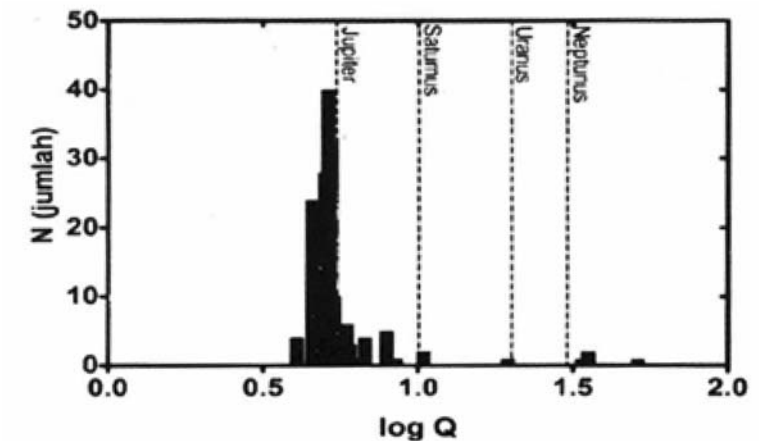
NEO 2004 VD17 memiliki skala Torino 1 untuk kemungkinan tumbukan pada tahun 2091-2104. NEO 99942 MN 2004 memiliki skala Torino 1 untuk kemungkinan tumbukan pada tahun 2036-2056. NEO 1997 XR2 juga memiliki skala Torino 1 untuk kemungkinan tumbukan pada tahun 2101. Informasi ini masih bisa berubah seiring dengan adanya observasi dan perhitungan-perhitungan terbaru.

Tabel 5:

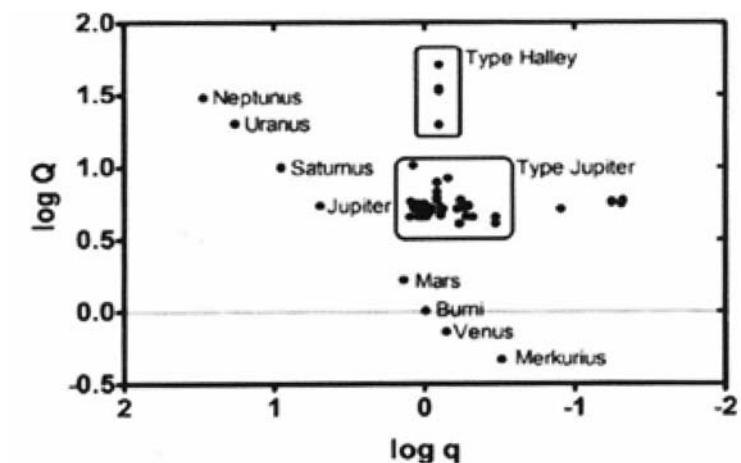
Prediksi PHAs mendekati Bumi sampai tahun 2095 (vide; Suryadi Siregar *et al*, 2009)

No.	Asteroid		Diameter (m)	+/-	Encounter Date			Miss distance (Lunar Distance)	Relative Velocity (km/s)
1	99942	Apophis	42.5	5.2	13	Apr	2029	0.10	7.42
2		(2001 WN5)	66.7	8.2	26	Jun	2028	0.65	10.24
3		(1999 AN10)	81.0	10.0	7	Aug	2027	1.00	26.28
4		(2002 C U 11)	67.0	8.3	31	Aug	2080	1.65	26.36
5		(2005 WY55)	21.4	2.6	28	May	2065	1.77	18.76
6		(2006 FX)	29.5	3.6	22	Mar	2059	1.81	17.00
7	101955	(1999 RQ36)	20.2	2.5	23	Sep	2060	1.92	6.19
	101955	(1999 RQ36)	20.2	2.5	22	Sep	2080	3.62	6.25
8		(2000 WC1)	12.7	1.6	13	Nov	2061	2.27	11.45
9	2340	Hathor	42.5	5.2	21	Oct	2069	2.54	13.20
	2340	Hathor	42.5	5.2	21	Oct	2086	2.27	13.22
10	35396	(1997 XF11)	122.6	15.1	26	Oct	2028	2.38	13.92
11		(1999 DB7)	35.0	4.3	28	Feb	2048	2.50	7.00
12		(2004 X L35)	38.8	4.8	6	Dec	2086	2.73	15.65
13		(2002 NY40)	42.7	5.3	11	Feb	2038	2.81	20.55
14		(2006 JF42)	46.4	5.7	3	May	2083	2.85	12.40
15		(1999 VP11)	61.1	7.5	22	Oct	2086	2.88	20.63
16		(1998 HH49)	16.2	2.0	17	Oct	2023	3.04	14.79
17		(2000 LF3)	14.3	1.8	14	Jun	2046	3.04	15.13
18		(2004 BL86)	51.8	6.4	26	Jan	2015	3.08	15.67
19	4660	Nereus	67.4	8.3	14	Feb	2060	3.08	6.33
20		(2000 WO107)	46.4	5.7	30	Nov	2093	3.19	26.18
21		(1998 SC15)	39.1	4.8	9	Apr	2095	3.27	14.06
22		(2002 SY50)	90.0	11.1	30	Oct	2071	3.35	21.42
23		(2006 CM10)	13.3	1.6	14	Aug	2099	3.38	22.78
24		(2005 ED318)	21.0	2.6	2	Jun	2083	3.42	6.38
25		(1988 TA)	20.2	2.5	1	Oct	2053	3.54	13.14
26		(2000 QK130)	22.6	2.8	15	Mar	2089	3.65	7.61
27		(2004 MD6)	24.3	3.0	16	Jun	2042	3.73	21.57
28		(2002 SZ)	24.0	3.0	10	Sep	2067	3.73	17.82
29		(2002 NN4)	31.1	3.8	6	Jun	2070	3.88	12.32
30		(1999 JU3)	41.9	5.2	6	Dec	2076	4.00	4.47

Selain asteroid benda langit lain yang sering mendekati Bumi kita adalah komet, walaupun frekuensinya tidak seperti asteroid. Beberapa komet secara fisik menunjukkan dia adalah asteroid (*extinct comet*), demikian pula sebaliknya ada asteroid yang mirip komet secara dinamik, baik gerak dan lintasannya seperti 14827 Hypnos, 2101 Adonis, 3200 Phaethon, dan 3552 Don Quixote. Asteroid seperti ini biasanya punya peluang untuk menumbuk planet lain ataupun keluar dari Tata Surya (Siregar, 1995). Gambar 8 menunjukkan distribusi jarak aphelion komet saat melintas dekat Bumi. Garis putus-putus menunjukkan jarak aphelion planet-planet Jovian (Jupiter, Saturnus, Uranus dan Neptunus). Gaya gravitasi Jupiter terhadap komet lebih dominan dibanding ketiga planet Jovian lainnya, jadi logis peluang terbesar komet yang melintas dekat Bumi dan berjarak, $\Delta < 0.2$ au merupakan komet keluarga Jupiter (Jupiter-family comet, JFC) dengan periode $P < 20$ tahun. Terdapat pula komet tipe Halley (periode orbit antara 20 hingga 200 tahun) yang aphelionnya berada di sekitar Uranus dan Neptunus walaupun jumlahnya sangat sedikit. Lokasi komet berdasarkan jarak aphelionnya dan $\Delta < 0.2$ au diragakan pada Gambar 9. (Tiar Dani dan Suryadi Siregar, 2012).



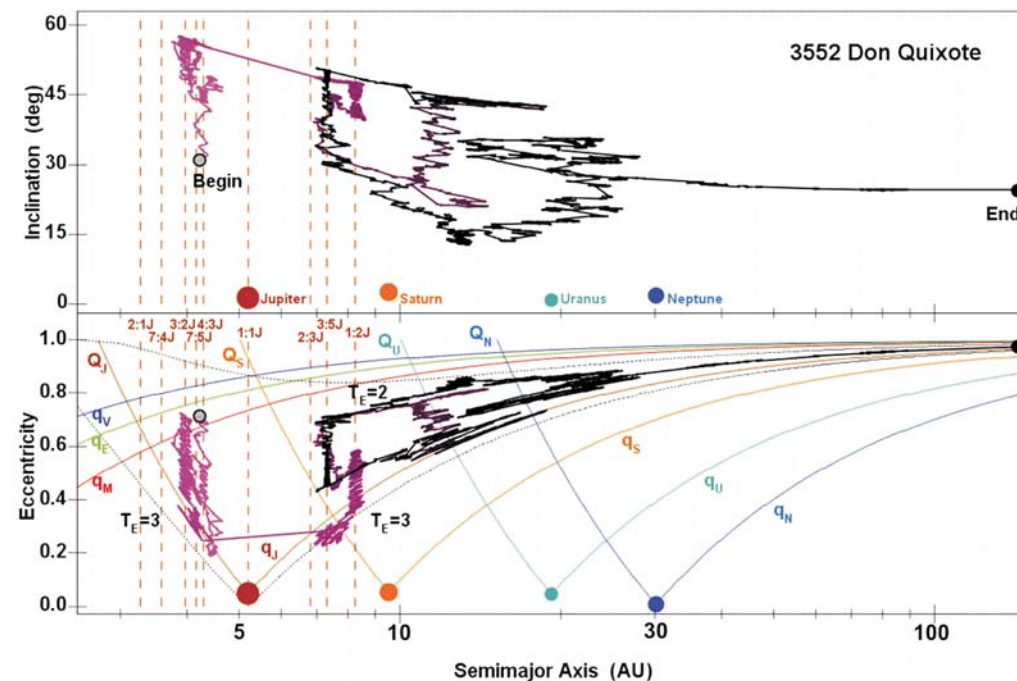
Gambar 8: Distribusi komet berdasarkan jarak aphelion Q (dalam skala logaritmik) pada saat jarak dari Bumi $\Delta < 0,2$ au dan lokasinya pada orbit planet luar; Jupiter, Saturnus, Uranus dan Neptunus.



Gambar 9: Distribusi komet berdasarkan jarak aphelion (dalam skala logaritmik) pada saat jaraknya dari Bumi $\Delta < 0,2$ au dan kedudukannya diantara planet dalam Sistem Tata Surya.

Disamping asteroid yang akan menumbuk Bumi perlu diamati juga asteroid lain yang akan meninggalkan Tata Surya kita (Siregar, 2005). Salah satu contoh adalah 3552 Don Quixote asteroid kelompok Amor yang

akan meninggalkan Tata Surya dalam tempo 220000 tahun lagi (Siregar, 2010, 2011). Perjalanan panjang 3552 Don Quixote diragakan dalam Gambar 10.



Gambar 10: Evolusi 3552 Don Quixote berakhir 220000 tahun lagi, untuk kemudian lepas dan mengembara ke ruang antar bintang Siregar (2011)

Selain itu dari literatur ilmiah maupun populer kita telah mengenal terminologi gaya gravitasi, gaya elektromagnetik, gaya lemah atau gaya kuat yang terdapat di alam semesta. Terminologi ini muncul ketika orang mencoba memahami alam semesta. Sebagaimana diketahui alam semesta terbentuk melalui suatu ledakan besar "Big Bang" yang ditandai dengan waktu nol (*time zero*), diikuti dengan proses pendinginan (*freezing*)

sehingga ia menjadi seperti sekarang yang mencapai usia dalam kisaran 10 sd 20 milyar tahun. Dibutuhkan modal pengetahuan teoritik yang cukup kuat dalam bidang Astrofisika Relativistik, Struktur dan Dinamika Galaksi, Teori Medan, Geometri Differensial, Mekanika Benda Langit untuk dapat menjelaskan asal muasal alam semesta kita, bidang ini mensyaratkan basis teori yang kokoh namun demikian data observasi yang disumbangkan oleh bidang lain ikut juga memperkuat pemahaman kita tentang alam semesta.

Investasi instrumen baru pada dekade 2000-an serta meningkatnya jumlah mahasiswa yang belajar astronomi menjadi momentum untuk bergerak maju dan membuka cakrawala baru dalam penelitian astronomi di Indonesia. Tradisi untuk ikut dalam kancah penelitian internasional perlu diteruskan dan dirawat. Saat ini satu-satunya pendidikan tinggi formal astronomi dilakukan di Institut Teknologi Bandung. Sampai tahun 2000 pendidikan yang diselenggarakan baru pada tahap S1, sekarang sampai strata tiga sudah dapat dilakukan di Program Studi Astronomi. Program S3 kami telah mendapat akreditasi A oleh Badan Akreditasi Nasional (BAN-DIKTI). Sasaran pendidikan astronomi adalah menciptakan sarjana astronomi yang memiliki kemampuan untuk melakukan penalaran serta menguasai berbagai teknik untuk melakukan analisa dan sintesa dalam menghadapi problema astronomi/astrofisika. Agar selalu dapat mengikuti perkembangan astronomi yang begitu cepat berubah mahasiswa astronomi tidak hanya belajar dari textbook. Journal

dan prosiding seminar merupakan hal yang harus selalu diikuti. Seiring dengan tuntutan ini penelitian merupakan salah satu kegiatan utama dalam proses belajar-mengajar. Astronomi yang sifatnya universal mewajibkan hasil penelitian tidak hanya dipublikasikan di dalam negeri, tapi juga di dunia internasional. Perpustakaan Astronomi di Observatorium Bosscha adalah perpustakaan yang terlengkap di Indonesia. Kegiatan praktis yang banyak menarik perhatian masyarakat seperti telaah tentang hilal (Utama dan Siregar, 2013) maupun pelaksanaan lomba-lomba ilmiah seperti olimpiade sains yang bersentuhan dengan astronomi seperti ilmu kebumih banyak dibantu dengan keberadaan Observatorium dan perpustakaan ini (Suryadi Siregar dan Hendra Amijaya, 2009).

TANTANGAN ASTRONOMI INDONESIA

Untuk para astronom jagat raya dengan isinya itu merupakan laboratorium yang paling ideal. Selain untuk menguji teori, juga untuk mengetahui kelakuan benda dalam alam makro. Astronomi sangat erat dengan banyak cabang ilmu pengetahuan lainnya. Sebagai ilmu, astronomi jauh lebih rumit daripada hanya menonton benda-benda langit lewat teropong dan ragam media lainnya. Dalam mengurai rahasia jagat raya seorang astronom akan terus menerus melengkapi pengetahuan manusia dan memperdalam pengertian tentang jagat raya. Melalui penjelajahan dia selalu akan mendapat penemuan baru yang biasanya

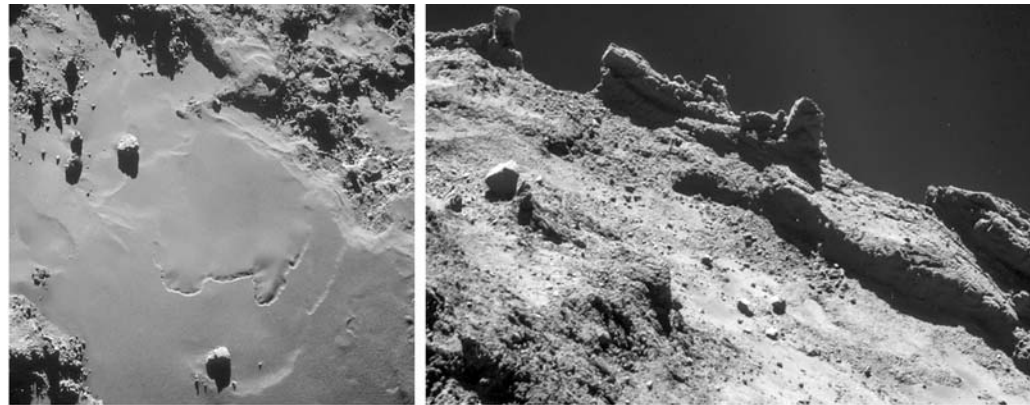
langsung ataupun tidak langsung akan berguna bagi perkembangan kesejahteraan umat manusia. Dalam beberapa dasawarsa terakhir ini, penemuan-penemuan baru yang diperoleh dengan menggunakan teleskop optik besar, antena radio raksasa yang berbentuk parabola maupun dengan menggunakan wahana antariksa telah mengungkap pengetahuan dan lapangan baru untuk penelitian. Pengkayaan pengetahuan manusia tentang jagat raya itu terjadi karena tuntutan dan kemajuan bidang lain seperti, optika, elektronika, komputer, teknik spasial, akuisisi data dan lain sebagainya.



Gambar 11: Dr. Elsa van Albada van Dien, dipotret bersama penulis. Seorang peneliti bintang ganda visual di Observatorium Bosscha, kembali ke Belanda pada tahun 1958. Sampai tahun 90-an secara periodik datang ke Indonesia untuk mengamati bintang ganda, meneliti dan mengajar. Seorang ibu, teman dan guru bagi astronom Indonesia. (IAU Symposium on Wide Double Stars, Brussels, August 1987)

Banyak bagian alam semesta yang tadinya tidak tampak sekarang menjadi nyata. Perjalanan ke angkasa luar untuk meneliti inti komet, eksplorasi mineral pada planet Mars dan asteroid maupun percobaan *in situ* telah menjadi kenyataan. Kita masih ingat fenomena baru yang

terungkap ketika wahana Rosetta mendekati asteroid metalik, Lutetia 10 Juli 2010 yang lalu, dilanjutkan lagi mendekati komet 67P/Churyumov-Gerasimenko tanggal 20 Januari 2014, dan berhasil mendarat pada tanggal 12 November 2014. Rosetta dikirim ke sana dalam upaya untuk lebih mengenal hal ihwal tentang Tata Surya.



Gambar 12: Panorama permukaan halus (kiri) dan kasar (kanan) 67P/Churyumov-Gerasimenko, dipotret dari wahana European Space Agency's Rosetta dengan jarak 10 kilometer pertengahan Oktober 2014. Foto memperlihatkan variasi dramatik inti komet. Karakteristik dan komposisi mencerminkan iluminasi kawasan. Rosetta mengitari komet sejak Agustus 2014 sebelum menentukan lokasi pendaratan.pada tanggal 12 November 2014

Untuk itu semua pengamatan dari Bumi harus diperkuat, dukungan fasilitas dan sumber daya manusia yang handal perlu dijaga kesinambungannya. Walaupun Observatorium Bosscha masih memenuhi beberapa syarat ilmiah, tidak dapat dimungkiri tekanan demografi dan aktifitas bisnis dikawasan Lembang telah merusak kondisi ideal untuk bisa mengungkap rahasia alam semesta. Oleh sebab itu sudah waktunya

Indonesia untuk memiliki observatorium baru didaerah remote yang lebih menjanjikan. Posisi geografis Indonesia yang terbentang di garis khatulistiwa dan terletak di antara dua benua dan dua samudra menjadikan Indonesia sebagai negara yang memiliki banyak keuntungan dalam pemanfaatan teknologi antariksa dan sekaligus keunggulan komparatif yang berbasis ilmu dan teknologi bagi kemajuan peradaban, kesejahteraan Indonesia pada khususnya dan umat manusia pada umumnya. Berdasarkan orbitnya dikenal tiga macam lintasan; *Low-Earth Orbit* (500-2000 km), *Medium Earth Orbit* (8000-20000 km) dan *Geostationary Earth Orbit*, GEOS (sekitar 35876 km). Sedangkan dari pelaluan informasinya, ada 4 macam jaringan satelit; *Point-to-Point* (simplex), *Point-to-Point* (duplex), *Stars Network* dan *Mesh Network*. Lintasan dan topologi apapun yang dipilih apabila satelit ditempatkan di ekuator dia akan dapat menyigi belahan langit Utara dan Selatan, Lokasi peluncuran roket/satelit lebih ekonomis dibandingkan daerah lain diluar katulistiwa (Siregar, 2010), Puspita Rini & Suryadi Siregar (2008).

Sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, maka kedaulatan antariksa kita perlu dijaga. Pemerintah telah menerbitkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 Tentang Keantariksaan. Undang-undang ini secara implisit menyatakan pentingnya pengetahuan tentang astrofisika dan pembangunan semua sarana untuk kemakmuran rakyat dan merupakan perintah konstitusional yang harus dilaksanakan.

Observatorium Bosscha, warisan pemerintah kolonial Belanda merupakan modal yang lebih dari cukup untuk mengkoordinasikan keperluan dan membangun beberapa perangkat lunak, serta uji-coba perangkat keras yang akan menyederhanakan prosedur dan pemilihan instrumen baru yang lebih canggih. Instrumen yang dibangun dapat juga digunakan untuk kepentingan pertahanan dan keamanan nasional. Mengamati sampah antariksa, mendeteksi satelit asing serta memberikan peringatan dini ketika *potential hazardous asteroid* melewati langit Rahasia jagat raya yang tidak pernah habisnya mengharuskan para astronom untuk meneliti dan menulis segala apa yang diketahuinya. Tulisan populer di media massa, membangun jaringan sahabat, maupun kunjungan terorganisir publik ke Observatorium Bosscha serta pertemuan seperti hari ini merupakan strategi yang dapat diandalkan dalam menggugah opini tentang pentingnya suatu observatorium. Publikasi hasil penelitian di media massa akan membuat Indonesia dikenal tidak hanya dengan perilaku korup pejabatnya, tapi juga sumbangsih ilmuwan Indonesia pada peradaban, hal ini sekaligus akan menaikkan marwah dan kesejahteraan bangsa. Semoga

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih pada semua pimpinan, staf dan karyawan Observatorium Bosscha, Program Studi Astronomi, FMIPA Institut Teknologi Bandung, [Forum](#) Guru Besar Institut Teknologi

Bandung. Tidak lupa pula saya sampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Jorga Ibrahim, Prof. Wiranto Arismunandar, Prof. Freddy Zein dan Prof. Sukmadjaya Asyari yang telah memberikan dorongan dan rekomendasi. Semua sahabat serta semua pihak yang telah membantu terselenggaranya acara ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Camille Flammarion., 1955 *Astronomie Populaire*, Flammarion, Paris
- Dumusque, X., Pepe, F., Lovis, C., Ségransan, D., Sahlmann, J., Benz, W., Bouchy, F., Mayor, M., Queloz, D., Santos, N., & Udry, S., 2012 An Earth-mass planet orbiting a Centauri B, *Nature*, **491**, 207
- Feroz, F.; Hobson, M. P, 2014. "Bayesian analysis of radial velocity data of GJ667C with correlated noise: evidence for only two planets". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 437 (4): 3540–3549. arXiv:1307.6984. Bibcode: 2014MNRAS.437.3540F
- Harry Atkinson, Crispin Tickell & David William, 2000 Report of the Task Force on potentially hazardous Near Earth Objects, The British National Space Centre, London 2000
- Jasinta, D.M.D. & Soegiartini, E., 1994, Photographic observations of visual double stars. *A&AS*, **107**, 235-241
- Jasinta, D.M.D., Raharto, M., & Soegiartini, E., 1995, Photographic observations of visual double stars, *A&AS*, **114**, 487

Lewis Pyenson., 1989., *Empire of Reason. Exact Sciences in Indonesia 1840-1940*, E.J Brill Publish., Leiden

Nizam Ahmad dan Suryadi Siregar 2012., *Kajian Potensi Tumbukan Asteroid 1950 DA Dengan Bumi Matahari dan Lingkungan Antariksa*, 29- 40 @ 2012 Andira Publishing, Bandung, 2012.

Nugraha, R & Siregar, S., 2006., *Orbital and Physical Parameters of Visual Binary WDS 17190- 3459*, *Proceeding International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS)*, November 29 - 30, Bandung 2006

Suryadi,S, 1975., *Information Bulletin on Variable Stars*, 975, 1

Siregar,S, 1988., *Software for Calculating Orbit and Mass of Visual Binaries*, *Astrophys, Space Sci*, 142, 217-221

Siregar,S, 1991., *Ecliptical orthogonal motion and perihelion distribution of the AAA asteroids* *Proceedings. A92-56476 24-90)* *Astronomical Society of Australia, Proceedings (ISSN 0066-9997)*, vol. 9, no. 2, 1991, p.315-316

Siregar,S, 1995., *On the Relation of AAA Asteroids and Comets* , *Jrnl. Astrophysics & Astron. V. 16, No. Suppl.*, p. 392, 1995

Siregar,S, 2005., *On The Tisserand Invariant of AAA Asteroid: Case Study 4179 Toutatis*, *Proceeding 9th Asian-Pacific Regional Meeting*, July 26-29, 2005. Bali-Indonesia, p. 69-70

Siregar, S, & Hadi Nugroho,D, 2006., *On the Orbit of Visual Binary ADS*

8119AB ($a=11h\ 18m\ 10s.9$ and $d=+31o\ 31'\ 44''.9$), *Proceeding International Conference On Mathematics and Natural Sciences, (ICMNS)* November 29-30, 2006. Bandung, p.1126

Siregar, S & Kuncarayakti, H, 2007., *Recalculating the Orbit of γ -Centauri AB*

Suryadi Siregar dan Lucky Puspitarini, 2008., *Telaah Awal Kecepatan Terminal (poster paper)*, *Proceeding Seminar Nasional Sains Antariksa IV: Cuaca Antariksa Perkembangan Sains Teknologi dan Kebijakan Nasional*, Bandung 24-25 November 2008

Suryadi Siregar & Hendra Amijaya, 2009., *Introducing Astronomy for High School Students through National Science Olympiads on Earth Science and International Earth Science Olympiad (poster paper)*, *Proceeding of Conference of the Indonesian Astronomical Society*, Bandung 29-31 October 2009

Suryadi Siregar, Budi Dermawan & Dhani Dewantara, 2009., *On the Potentially Hazardous Asteroids: Origin and Tsunami Phenomenon*, *Proceeding of ITB-GAO Science Workshop 2007*, pp.15-18

Suryadi Siregar, 2010., *Peran Satelit Komunikasi, Orasi Ilmiah Wisuda III - Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer, STMIK*, Bandung, Denpasar, 30 Oktober 2010

Suryadi Siregar 2010., *Migration of Near Earth Asteroid to Jovian-Crosser Asteroid: Case Study 3552 Don Quixote*, *Journal Matematika & Sains*, Vol 15, No.1, April 2010, p.34-38

Siregar, S., 2011., Will 3552 Don Quixote escape from the Solar System?.
ITB Journal, Vol. 43A, No.3, 2011, 187-198

Siregar, S, & Nakia, D., 2012., On the Probability Density Function and
Tisserand Invariant of the orbital Elements of the NEAs, in IAU-GA
XXVIII, Beijing, August 2012 (Poster Paper)

Tiar Dani dan Suryadi Siregar, 2012., Profil Elemen Orbit Near Earth
Comet (NEC), Matahari dan Lingkungan Antariksa, 41 – 46, Andira
Publishing, Bandung, 2012

Suryadi Siregar & Pratiwi Kusumawardani, 2014., On the Orbit of WDS
16044-1122 (in publish)

Utama, J.A dan Siregar, S., 2013., Usulan Kriteria Visibilitas Hilal Di
Indonesia Dengan Model Kastner, Jurnal Pendidikan Fisika
Indonesia, 9, pp.197-205

van Albada-van Dien, E., 1983., *A&AS*, 52, 193, 1983

van Albada-van Dien, E., 1985., *A&AS* 60, 315, 1985

Zirm 2008., *IAUDS, Information Circular*, 166, 1

REKAMAN KARYA PENULIS

1. Suryadi, S, 1975 *Information Bulletin on Variable Stars*, 975, 1
2. Siregar, S, 1977 *Menelusuri Jejak Kehidupan*, Almanak Nuklir
Biologi dan Kimia, Pusat NUBIKA, Angkatan Darat, p.91
3. Siregar, S, 1979 *Gerak dan Lintasan Satelit*, Almanak Nuklir

Biologi dan Kimia, Pusat NUBIKA, Angkatan Darat, p.135

4. Siregar, S, 1980 *Mengenal Titik Librasi di sekitar Bumi*, Almanak
Nuklir Biologi dan Kimia, Pusat NUBIKA, Angkatan Darat, p.137
5. Siregar, S, 1982 DETERMINATION DE L'EPHEMERIDE D'UN
PETIT CORPS DU SYSTEME SOLAIRE A PARTIR DE CLICHES
PRIS AU TELESCOPE DE SCHMIDT DE CALERN, Departement
d'Astrophysique, E.R.A No.669 du C.N.R.S
6. Suryadi, S, et T.Laverge, 1984 *Caracteristiques des Emulsions
Couramment Utilisees en Astronomie*, Observatoire de Calern,
CERGA, 1984
7. Siregar, S, 1984 On the Determination of the Orbit and the Mass of
Visual Binary COU:292 = SAO:099125, *Proceedings of the Second
Asian-Pacific Regional Meeting on Astronomy*, held in Bandung,
Indonesia, August 24-29, 1981. Editors, B. Hidayat, M.W. Feast;
Publisher Tira Pustaka Publishing House, Jakarta, Indonesia,
1984, p.561,
8. Siregar, S, 1988 *Software for calculating Orbit and Mass of Visual
Binaries*, *Astrophysics and Space Sciences*, 142, 217, 1988
9. Siregar, S, & Nakamura, T, 1989 *The Earth-Crossing and Trojan
Asteroids*, in I.Radiman(ed), *Proceeding Pertemuan Ilmiah
Tahunan Himpunan Astronomi Indonesia*, Bandung, 6 Maret
1989, p.75
10. Siregar, S, 1991 *Ecliptical orthogonal motion and perihelion
distribution of the AAA asteroids* *Proceedings. A92-56476 24-90)*
Astronomical Society of Australia, Proceedings (ISSN 0066-9997),
vol. 9, no. 2, 1991, p. 315-316

11. Siregar,S, 1991 Perihelion distribution of the AAA asteroids , Proceedings of the 24th Symposium on Celestial Mechanics, held 22-23 January, 1991 in Tokyo, Japan. Edited by Hiroshi Kinoshita and Haruo Yoshida. Tokyo, Japan, 1991, p.32
12. Siregar,S, 1992 On Perihelia and Jacobi Constant of AAA Asteroids, in Evolution of stars and galactic structure, K Ishida and B.Hidayat (eds), Proceeding of the three Years Co-operation in Astronomy between Indonesia and Japan, p. 63
13. Siregar,S, 1995 Kontroversi Pendapat di Sekitar Asal Mula Apollo-Amor-Aten, in: Budi Dermawan, Hakim.L.Malasan dan Mahasenaputra (eds), Proceeding Seminar Sehari Astronomi, ITB, Bandung 29 April 1995, p. 97
14. Siregar, S, 1995 On the Relation of AAA Asteroids and Comets , Jrnl. Astrophysics & Astron. V. 16, No. Suppl., p. 392, 1995
15. Siregar,S, 1998 AAA Asteroids and Comets Short Period in View of Tisserand Invariant and Overall Physical Phenomenon, in Bayu Indrajaya el.al(eds), Laporan Kemajuan Bidang Studi Tata Surya, KBK Fisika Bintang, Jurusan Astronomi, FMIPA-ITB, 1998, p. 85
16. Siregar,S, 2001, Masalah Akar Riil Orbit Benda Langit, Prosidings Seminar Sehari 65 tahun Jorga Ibrahim, Departemen Astronomi ITB, Observatorium Bosscha, Lembang 19 Mei 2001.pp.237-240
17. Siregar,S, 2001, Kondisi dan Ketakstabilan Komputasi Orbit, Seminar Ilmiah Himpunan Astronomi Indonesia, Aula Barat ITB, 19 Oktober 2001.p.17
18. S. Siregar, 2003 On Distribution of orbital element and Tisserand invariant of NEAO, Seminar Penelitian Astronomi dan Sains

- Antariksa, Peringatan 80 tahun Observatorium Bosscha, Bandung, 22-23 Oktober 2003
19. Siregar,S, 2004, On Near-Earth Asteroid Study at Department of Astronomy, Proceeding Seminar MIPA IV, Bandung, 6-7 Oktober 2004. pp.224-229
20. Siregar,S, 2004, On The Tisserand Invariant of AAA Asteroid: Case Study 4179 Toutatis , Seminar Nasional Sains Antariksa II Peran Sains Antariksa Dalam Pemanfaatan Potensi Dirgantara, LAPAN, Bandung, 6-7 Desember 2004
21. D.N. Dawanas, C. Kunjaya, A. Wardana, S. Siregar, 2005, Astronomical Training Networking for University Physics Lectures and Science Teachers of Junior and Senior High School in Indonesia, Proceeding 9th Asian-Pacific Regional Meeting, July 26-29, 2005. Bali-Indonesia, pp. 322-323
22. S. Siregar, 2005, On The Tisserand Invariant of AAA Asteroid: Case Study 4179 Toutatis, Proceeding 9th Asian-Pacific Regional Meeting, July 26-29, 2005. Bali-Indonesia , pp. 69-70
23. Avivah Yamani, R dan S. Siregar, 2006, Periode – Luminositas Cepheid dan Koreksi Bolometrik Bintang Deret Utama: Metodologi dan Hasil, Jurnal Sains Dirgantara, Vol. 3 No.2 Juni 2006, pp. 98-111
24. S.Siregar, 2006, Near Earth Asteroid: Orbital Elements Distribution and Tisserand Invariant, International Astronomical Union XXVIth General Assembly, Abstract Book, August 14-25, 2006. Prague, Czech Republic, p.94
25. Siregar,S, Dewantara, D dan Dermawan,B, 2006, Telaah Ulang

- Teori Tsunami Ward & Asphaug; Suatu Pendekatan Empiris, Proceeding Seminar Nasional Sains Antariksa III, LAPAN, Bandung, 15-16 November 2006. pp.70-81
26. S. Siregar, and D. Hadi Nugroho, 2006, On the Orbit of Visual Binary ADS 8119AB ($a=11^h 18^m 10^s.9$ and $d=+31^o 31' 44''.9$), Proceeding International Conference On Mathematics and Natural Sciences, (ICMNS) November 29-30, 2006. Bandung, p.1126
 27. A. Yamani, R. Satyaningsih, T. Hidayat, I. Radiman, B. Demawan, S. Siregar, 2006, Modeling of Solar System Formations Using ACRETE, Proceeding International Conference On Mathematics and Natural Sciences, (ICMNS) November 29-30, 2006. Bandung, p.1164
 28. R. Satyaningsih, B. Demawan, T. Hidayat, S. Siregar, I. Radiman, A. Yamani, 2006, Observations of Extrasolar Planet Transit At The Bosscha Observatory, Proceeding International Conference On Mathematics and Natural Sciences, (ICMNS) November 29-30, 2006. Bandung, p.1168
 29. Rukman Nugraha, S. Siregar, 2006, Orbital and Physical Parameters of Visual Binary: WDS 17190-3459 ($A_{2000}=17^h 18^m 56^s$ and $D_{2000} = -34^o 59' 22''$), Proceeding International Conference On Mathematics and Natural Sciences, (ICMNS) November 29-30, 2006. Bandung, p.1221
 30. Siregar, S, 2007 NEA's Studies in Indonesia, Siam Physics Congress 2007, Book of Abstracts, Nakorn Pathom, March 22-24, p.58
 31. Siregar, S, & Dermawan, B, 2007, Present Status of NEAs Studies at Department of Astronomy ITB, GAO-ITB, Bandung 11 -12 July

- 2007
32. Siregar, S, & Kuncarayakti, H, 2007, Recalculating the orbit of Alpha Centauri AB, Journal Matematika & Sains, vol 12, No.3, September 2007, pp.85-88
33. Siregar, S, Dermawan, B, & Dewantara, 2007, On the Potentially Hazardous Asteroids: Origin and Tsunami Phenomenon, Proceeding Sehari Astronomi, Lembang 15 Desember 2007
34. Soegiartini, E dan Siregar, S, 2008 Telaah Awal Keubahan Setengah Sumbu Panjang Akibat Efek Yarkovsky pada Asteroid 3362 Khufu (1984 QA), Jurnal Sains Dirgantara, Vol 5 No.2 Juni 2008, pp. 169-181
35. Siregar, S, 2008 On the orbit of visual binary WDS 01158-6853 I-27CD, Proceeding of The Second International Conference on Mathematics and Natural Sciences, 28-30 October 2008 Bandung, pp. 1363-1367
36. Budi Dermawan, Moch Irfan, Suryadi Siregar, Denny Mandey, Hanindyo Kuncarayakti, Djoko Supriyanto, 2008 Prospects of Application of Semi-definite Programming to Determine Orbital Parameters of The Binary Systems Observed at Bosscha Observatory, Proceeding of The Second International Conference on Mathematics and Natural Sciences, Bandung, 28-30 October 2008, pp. 1276-1280
37. Suryadi Siregar dan Lucky Puspitarini, 2008 Telaah Awal Kecepatan Terminal (poster paper), Proceeding Seminar Nasional Sains Antariksa IV: Cuaca Antariksa Perkembangan Sains Teknologi dan Kebijakan Nasional, Bandung 24-25 November 2008

38. Suryadi Siregar & Hendra Amijaya, 2009 Introducing Astronomy for High School Students through National Science Olympiads on Earth Science and International Earth Science Olympiad (poster paper), Proceeding of Conference of the Indonesian Astronomical Society, Bandung 29-31 October 2009
39. Suryadi Siregar, Budi Dermawan & Dhani Dewantara, 2009 On the Potentially Hazardous Asteroids: Origin and Tsunami Phenomenon, Proceeding of ITB-GAO Science Workshop 2007, pp.15-18
40. Suryadi Siregar 2010, Migration of Near Earth Asteroid to Jovian-Crosser Asteroid: Case Study 3552 Don Quixote, Journal Matematika & Sains, Vol 15, No.1, April 2010, pp.34-38
41. Endang,S.,Fauzi,U.,Radiman,I.,& Siregar,S, 2009 Prediction of the origin 1566 Icarus from its orbital evolution, Proceedings of the Conference of the Indonesia Astronomy and Astrophysics, Premadi et.al (eds), 29-31 October 2009, pp.47-50
42. Siregar.S.,& Mumpuni,E.S., 2010 On the Orbit of Visual Double Star of Gamma Coranae Australis (in publish)
43. Siregar, S., 2011 Will 3552 Don Quixote escape from the Solar System? , ITB Journal, Vol. 43A, No.3, 2011, 187-198
44. Siregar, S & Pratama,R.N., , 2011 Kepler's Constant and WDS Orbit., Prosiding Seminar Astronomi Indonesia, Dermawan et.al (eds), 27Oktober 2011, pp. 91-94
45. Soegiartini,E.,Radiman, I, dan Siregar, S, 2011 Efek Relativitas Umum pada Evolusi Orbit Asteroid 1566 Icarus, Prosiding Seminar Astronomi Indonesia, Dermawan et.al (eds), 27 Oktober

- 2011, pp. 95-98
46. Siregar,S,& Nakia, D., 2012 On the Probability Density Function and Tisserand Invariant of th orbital Elements of the NEAs, in IAU-GA XXVIII, Beijing, August 2012 (Poster Paper)
47. Nizam Ahmad dan Suryadi Siregar., 2012 Kajian Potensi Tumbukan Asteroid 1950 DA dengan Bumi,Matahari dan Lingkungan Antariksa, pp.29-40
48. Tiar Dani dan Suryadi Siregar., 2012 Profil Elemen Orbit Near Earth Comet (NEC), Matahari dan Lingkungan Antariksa, pp. 41-46
49. Siregar, S, & Soegiartini., 2013 Orbital Evolution of 4179 Toutatis, Proceeding of the 4th Southeast Asia Astronomy Network Meeting, Dhani Herdiwijaya (ed), Bandung, 10-11 October 2012, pp.26-30
50. J.A.Utama, J.A dan Siregar, S., 2013 Usulan Kriteria Visibilitas Hilal Di Indonesia Dengan Model Kastner, Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, 9, pp.197-205

3552 Don Quixote... Leaving Our Solar System?

by Tammy Plotner on July 8, 2011

(Tammy is a professional astronomy author, President Emeritus of Warren Rupp Observatory and retired Astronomical League Executive Secretary. She's received a vast number of astronomy achievement and observing awards, including the Great Lakes Astronomy Achievement Award, RG Wright Service Award and the first woman astronomer to achieve Comet Hunter's Gold Status)



“Tell me thy company, and I’ll tell thee what thou art...” In this case it is Asteroid 3552 Don Quixote – one of the most well-known of Near Earth Asteroids. You may know its name, but did you know it has possible cometary origin? It may very well be one of the Jupiter-Family Comets just waiting for its turn to be ejected from our own solar system.

Asteroid 3552 Don Quixote was discovered by Paul Wild, on September 26, 1983 and has recently been part of a study where it has been virtually cloned one hundred times into hypothetical asteroids to further understand orbital evolution of bodies of its type. It is commonly assumed that NEAs like Quixote may have originated from a parent body between Mars and Jupiter, where they smashed into existence due to the larger planet’s gravity. From there the rocky debris took up positions at libration points – some pieces becoming Trojan asteroids and others Main Belt. However, current theory points to evidence that bodies like 3552 may have been small conglomerates from the solar nebula, unable to form into a larger mass due to Jupiter’s influence. Like past models, these asteroids collided numerous times from planetary perturbation to become what and where they are today.

“The numbers and masses of protoplanets and the time required to grow a protoplanet depend strongly on the initial conditions of the disk. The elasticity of the collision, does not significantly affect planetesimal growth over longtime scale. Most of the asteroids move between Mars and Jupiter and collisions occur frequently.” says Suryadi Siregar. “These collisional destructions occurred so often during the lifetime of the Solar System, that practically all the asteroids we now see are fragments of their original parent bodies. Some may be found in unstable zone like those of the Kirkwood gaps, in which they became the sources of Apollo-Amor-Aten asteroids (AAAs). This group is the main reference in the classification of NEAs.”

What makes Don Quixote, well... a little bit different? In this case it’s albedo and spectral signature. Its physical characteristics don’t quite fit in with our current understanding of cometary nuclei, as well as its orbital evolution in comparison with our solar system motion. Physically it is an asteroid but dynamically it is a comet.... A body in search of a collision on a grand scale. Through the use of theoretical models, the study has found that a percentage of Quixote clones will eventually find their way into the Sun, but with a bit of luck, asteroid 3552 will escape a fiery ending.

According to planetary astrophysicist Suryadi Siregar: “Asteroid 3552 Don Quixote is a clear example of the complexity of motion that can be exhibited by purely gravitating bodies in the Solar System. All planets have key roles to play in the evolution of 3552 Don Quixote. This asteroid also serves as an example of behavior chaotic that can cause asteroid to migrate outward, and may be followed by escaping from the Solar System.”

What can we say besides, “One man scorned and covered with scars still strove with his last ounce of courage to reach the unreachable stars; and the world was better for this...”

Original Story Source: Cornell University Library.



Professor. Dr.rer.nat. Umar Fauzi, Dean of Natural Sciences, ITB

Dear Professor Umar Fauzi

I am pleased to offer here a letter of support for Dr Suryadi Siregar, for a promotion as professor at the Institut Teknologi Bandung.

Suryadi Siregar made his PhD a long time ago at CERGA, an observatory that is now part of the Côte d’Azur Observatory. I was at that time professor at the Nice Sophia Antipolis University and responsible for the teachings organization of PhDs in astronomy.

I remember Dr Suryadi Siregar, and after his request for a letter of recommendation, I discussed of him with former colleagues with whom he had worked and who are now retired (I will be retired too soon). In particular, I contacted Jean-Louis Heudier, one of his former advisors, who worked with Suryadi Siregar for a few years after his PhD and went to visit the observatory in Bandung where Suryadi Siregar continued the work initiated on the asteroids with the Schmidt of CERGA. Jean-Louis Heudier told me that he remember Suryadi Siregar as a very serious scientist.

The work of Suryadi Siregar is very substantial, as evidenced by publications in refereed journals. I am not at all a specialist in asteroids, but I was pleased that there was also work done on transit of exoplanets, subject much of interest for me. I was also impressed by the list of students supervised by Suryadi Siregar. It is always a lot of satisfaction when we learn that a student in our university has made a career in science.

I have no hesitation in strongly recommending the application of Dr Suryadi Siregar for a promotion at the Institut Teknologi Bandung.

Nice, August 5, 2012.

Claude Aime
Professeur,
Université de Nice Sophia

Antipolis

**Université de Nice Sophia-Antipolis, Centre National de
la Recherche Scientifique, Observatoire de la Côte
d’Azur, UMR 7293 Lagrange, Parc Valrose, 06108
Nice, France**

Recommendation letter for Dr. Suryadi Siregar for his ability
as a professor in astronomy/solar system physics

By Yoshihide Kozai, Professor Emeritus of
National Astronomical Observatory, Japan

August 3, 2012

I have known Dr. Suryadi Siregar since 1984, when he stayed a few weeks at Tokyo Astronomical Observatory on his way back home from France. Then I could work with him on, particularly, minor planet problem and was impressed by his ability of astronomical research.

In France he stayed at Centre d'Etude et de Recherche Geodynamique et Astronomie with the main interest in minor planets as far as I understand. In France he was awarded Doctor's degree by Nice University.

Before he left Indonesia for France he was engaged in observations of visual double stars at Bosscha Observatory and after he returned to Indonesia his main research field has been on visual binaries and minor planets. He has published many papers on those subjects. And the main duty there has been in research and education in the Astronomy Division of Bandung Institute of Technology and he served as the chairman of Astronomical Department in 1986-1992.

Besides the education at the Bandung Institute he has tried to upgrade the level of science education of schools in Indonesia and served as a member of Indonesia Science Olympiad Board of Ministry of National Education. In fact he has served as a member or the team leader of International Astronomy Olympiad, International Olympiad on Astronomy and Astrophysics, and International Earth Science Olympiad.

I could have a chance to meet him when I attended a science workshop at Bandung Institute of Technology in 2007 and had an impression that he was grown up to a very active astronomer and believed that he will be leading research scientist at the Astronomy Department. In fact he served as the chairman of Astronomical Research Division in 2011-2012. Therefore, I am sure that he will take responsibility as full professor in Astronomy/Solar System Astronomy and fulfill the administrative process for the Astronomy Department.

LETTER OF SUPPORT

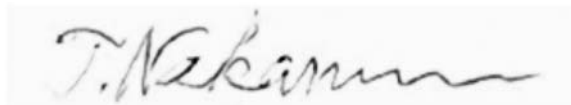
July 30, 2012

This letter is an expression of intent by the undersigned to support Dr. Suryadi Siregar promoting to the full professorship at Department of Astronomy of the Institute of Technology Bandung.

Since the 1990s I used to make collaborative research with Dr. Siregar on small bodies of the solar system, in particular near-Earth asteroids. Three times I visited Department of Astronomy to give some lectures, ITB, with Dr. Siregar as my host scientist, and he also visited me a few times at the National Astronomical Observatory of Japan.

Also I was the academic supervisor of Dr. Budi Dermawan's doctoral thesis at NAOJ. He had been sent to me as a graduate student by Dr. Siregar, Dermawan's teacher at the ITB. So In my opinion, Dr. Siregar has had good experience both in research of solar system bodies and in education at the ITB, and therefore I believe that he deserves promoting to a professor.

Sincerely,



Prof. Dr. Tsuko NAKAMURA
Department of Information Sciences, Teikyo-Heisei University.
Higashi-Ikebukuro 2-51-4,
Toshima, Tokyo 170-8445, Japan

CURRICULUM VITAE



Nama : **Prof. Dr. SURYADI SIREGAR DEA**
Tmpt./Tgl Lahir : Takengon (Aceh), 6 Juni 1951
NIP : 19510606 197503 1003
Fakultas/Sekolah : MIPA
Kelompok Keahlian: KK Astronomi
Bidang Keahlian : Astronomi-Tata Surya

Jabatan Struktural : Ketua Kelompok Keahlian Astronomi

Jabatan Fungsional: Guru Besar IVD

Home page : <http://personal.fmipa.itb.ac.id/suryadi>

Alamat Kantor : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
(FMIPA) ITB, Jl. Ganesa 10, Bandung 40132
Telp. (022) 2511576

I. RIWAYAT PENDIDIKAN

No.	Jenjang Pend.	Perguruan Tinggi	Tahun Lulus	Gelar	Bidang
1.	S1	Departemen Astronomi, Institut Teknologi Bandung (ITB)	1971-1976	Drs, Astronomi	Astronomi
2.	S2	Department d'Astrophysique, Universite de Nice Perancis	1980-1982	DEA, Automatique et traitement du signal	Astrofisika
3.	S3	Department d'Astrophysique, Universite de Nice Perancis	1982-1984	DR, Automatique et traitement du signal	Astrofisika

II. RIWAYAT KEPANGKATAN

NO.	PANGKAT	GOLONGAN	TMT
1.	Pengatur Muda (CPNS)	II B	03-03-1975
2.	Pengatur Muda (PNS)	II B	01-03-1976
3.	Penata Muda	III A	01-04-1977
4.	Penata Muda Tk. I	III B	01-10-1979
5.	Penata	III C	01-10-1985
6.	Penata Tk. I	III D	01-04-1989
7.	Pembina	IV A	01-04-1993
8.	Pembina Tk. I	IV B	01-10-2003
9.	Pembina Utama Muda	IV C	01-10-2008
10.	Pembina	IV D	01-05-2013

III. CAREER PROFILE

- 1972-1977 Visual Double Stars Observer at Bosscha Observatory, Bandung Institute of Technology, Lembang, Indonesia
- 1975-now Academic staff of Astronomy Department, Bandung Institute of Technology
- 1980-1984 Résidence Astronome, Centre d'Etude et de Recherche Géodynamique et Astronomie (CERGA), Causolls, St. Vallier de Thiey, France
- 1986-1989 Vice Chairman of Astronomy Department
- 1989-1992 Chairman of Astronomy Department
- 1992-1995 Chairman of Astronomy Department

- 1985-1994 Specialist Scientist (part time), Indonesia Aircraft Industry (PT. IPTN)
- 1987-1991 Member of Research Board ITB
- 1989-now Chairman of Solar System Subdivision, Bandung Institute of Technology
- 2013-now Chairman of Astronomy Research Division, Institut Teknologi Bandung

IV. RIWAYAT DALAM ORGANISASI

- Reviewer, JMS-ITB Journal, ITB Science Journal, Makara UI Journal, Sains Dirgantara LAPAN Journal
- Member of National Science Olympiad Board of Ministry of National Education, 2006-now
- Editorial in Chief, Journal Teknologi, Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal (2009- now)
- Member of Indonesia Delegate to IAU XXVI-th General Assembly, Prague, Czech Republic, 14-25 August 2006
- Indonesia Team Leader to the IInd Asian Pacific Astronomy Olympiad (APAO), Vladivostok, Siberia, Russia, 4-11 December 2006
- Indonesia Team Leader to the XIInd International Astronomy Olympiad (IAO), Simeiz, Crimea, Ukraine, 29 September-7 October 2007
- Indonesia Team Leader to 2nd International Olympiad on Astronomy and Astrophysics (IOAA), Bandung Institute of Technology, Bandung, Indonesia, 19-28 August 2008

8. Indonesia Team Leader to the XIIIth International Astronomy Olympiad (IAO), International Center for Theoretical Physics, Trieste, Italy, 13-21 October 2008
9. Mentor of Indonesia Team to 3rd International Earth Science Olympiad (IESO), Taipei, Taiwan, 14-22 September 2009
10. Indonesia Team Leader to 4th International Olympiad on Astronomy and Astrophysics (IOAA), Beijing, China, 12-21 September 2010
11. Member of Jury to 4th International Earth Science Olympiad (IESO), Yogyakarta, Indonesia, 19-28 September 2010
12. Indonesia Team Leader to the XVIth International Astronomy Olympiad (IAO), Alma-Ata, Kazakhstan, 22-30 September 2011
13. Indonesia Team Leader to the XVIth International Astronomy Olympiad (IAO), Alma-Ata, Kazakhstan, 22-30 Septemberr 2011
14. Member of Indonesia Delegate to IAU XXVIII General Assembly, Beijing, China, 20-31 August 2012
15. Indonesia Team Leader to the XVIIth International Astronomy Olympiad (IAO), Gwangju, Korea, 16-24 October 2012

V. ORGANISASI

1. Himpunan Astronomi Indonesia (HAI) Anggota
2. International Astronomical Union (IAU) Anggota

VI. PENGHARGAAN

1. Satyalancana Karya Satya 20 tahun Nasional
2. Satyalancana Karya Satya 30 tahun Nasional

