

STUDY ON EARLY ISLAMIC ENGINEERING

Taqiyuddin Muhammad

Universitas Darussalam Gontor
Email: taqiyuddin@unida.gontor.ac.id

Settings Muhammad Faqih Nidzom

Universitas Darussalam Gontor
Email: faqihnidzom@unida.gontor.ac.id

Hani'atul Mabruroh

Universitas Darussalam Gontor
Email: haniatul.mabruroh@unida.gontor.ac.id

Abstract

Epistemologically, natural science occupies an important position in Islam. By studying them, the appreciation of the signs of Allah's creation becomes higher. On this basis, we find various names of Muslim scientists, especially engineering in Islam. The most important figures that we discuss this time, are not new names. At least, this figure is famous for his manuscripts that are still around today. In fact, they are proven to have inspired the emergence of various engineering sciences in the west. These figures have proved to be quite complex engineering on the engineering sciences of previous civilizations, including Greece, Egypt and Persia. Their work is a combination of Islamic appreciation of pre-Islamic civilization, along with the framework of Muslims at that time. This fact is not appreciated much except after the emergence of intensive studies on the history of science. Among the characters is Sabra, Sarton, to other historians of science. Some of them also translated the original work from Arabic. Some others make replicas of their findings. Among the most famous is the elephant clock. This article attempts to critically reveal matters related to the contributions of these three figures in Islamic engineering, as well as trace their general contribution to modern civilization.

Keywords: *Islamic science; Islamic engineering; al-Jazari; Banu Musa; Khalaf al-Muradi*

STUDI TENTANG TEKNOLOGI ISLAM AWAL

Abstrak

Kajian multidisiplin ini, berusaha mengungkap kondisi historis Ilmu Teknik Islam di abad pertengahan dalam perspektif Sejarah Sains dan Metodologi Ilmu Teknik Modern. Metode penelitian yang digunakan adalah survey literatur Islam klasik bidang Ilmu Teknik; yang direpresentasikan oleh tiga tokoh penting: Banu Musa, Al-Jazari, dan Khalaf al Muradi. Data yang digunakan, sementara terbatas pada tiga tokoh tersebut. Model analisa yang digunakan adalah analisa konten secara kritis. Sehingga, menghasilkan temuan dari segi melengkapi pengetahuan historis tentang transmisi Ilmu Teknik pra Islam hingga Modern. Berikut pula melacak aspek metodis dari segi persamaan atau perbedaan model ilmu teknik tersebut. Hal ini diperlukan, guna

mengklarifikasi aspek yang bermanfaat dari ilmu teknik terdahulu, serta kemungkinan penerapannya di era modern ini; sebagai kontribusi pada ilmu teknik sipil secara umum. Setidaknya, penelitian ini dapat membawa perspektif baru dalam mempelajari ilmu teknik dari segi pencarian inspirasi dari peradaban yang lampau. Sekaligus membaca secara kritis aspek penggunaan energi terbarukan di masa lalu.

Kata Kunci: *Sains Islam; Ilmu Teknik Islam; Al-Jazari; Banu Musa; Khalaf al-Muradi*

Pendahuluan

Penekanan Islam terhadap penggunaan akal, mendorong kemunculan berbagai karya yang merepresentasikan etos ilmiah dalam Islam. Hal ini telah terjadi di abad-abad puncak kejayaan Islam. Di mana, perkembangan ilmu pengetahuan, sains, dan teknologi mencapai tingkat yang melampaui peradaban sebelumnya. Di antaranya sebagaimana sebabnya, karena saintis muslim menguasai khazanah keilmuan pra-Islam lantas mengembangkannya dalam framework tradisi keilmuan Islam. Dengan tradisi inilah, peradaban Islam menguasai hampir separuh dunia; berikut mensejahterakan orang-orang yang berada di bawah naungannya (Faris and Elmoselhy 2017).

Pengembangan Ilmu Teknik, sejatinya telah mengakar pada sejarah peradaban manusia. Rekayasa bahan baku dan teknik

bangunan di masa lalu, turut memiliki aspek yang patut diperhitungkan. Misalnya, dari segi ketrampilan mereka dalam membangun konstruksinya. Demikian pula aspek penggunaan energy penggerak mesin-mesin yang digunakan. Atau juga orientasi serta ide-ide karya teknik yang terbukti mempermudah kehidupan manusia di masa lalu. Atau hanya sekedar karya-karya yang tidak menjadi barang primer dalam kehidupan; semisal hanya untuk hiburan atau lainnya (Faris and Elmoselhy 2017).

Sudah menjadi pengetahuan bersama, bahwa faktor desain dan model dalam karya bidang teknik; selalu diinspirasi oleh pandangan dan fikiran saintis tersebut. Inilah yang dalam filsafat ilmu disebut sebagai asumsi dasar, yang terkait dari orientasi yang mendasar yang dimiliki para saintis dalam

merumuskan kreasi dan ciptaannya. Tentu saja, penciptaan tersebut memanfaatkan prinsip-prinsip dasar yang telah ditemukan sejak peradaban sebelumnya. Yang menarik, bahwa banyak fakta historis dari karya saintis muslim dalam bidang teknik memenuhi syarat-syarat untuk disebut sebagai prototipe 'mesin otomatis' yang banyak digunakan di era sekarang ini. Meskipun daya dan energy yang digunakan, serta materialnya lebih menggunakan materi yang umum digunakan pada masa itu; yakni kayu, logam, juga kombinasi antara keduanya (Chen, Ceccarelli, and Yan 2018). Dalam penelitian ini, secara khusus menyoroti 3 tokoh yang literturnya ditemukan dan dianggap sebagai ahli teknik Islam yang cemerlang di masa lampau.

Dari beragam sains yang berkembang, ilmu teknik menduduki posisi yang cukup penting. Termasuk di antaranya bidang teknik bangunan, irigasi, pertanian, militer, hingga teknik otomatisasi mekanika yang diterapkan dalam berbagai sistem. Keberagamannya dapat dilihat dari sudut orientasi pembuatan, sumber

tenaga, serta model yang diciptakannya. Sebagian dari karya-karya temuan saintis tersebut, hampir saling mempengaruhi satu sama lain (Chen, Ceccarelli, and Yan 2018).

Yang menjadi menarik, adalah bidang teknik. Yang secara historis, saintis muslim memulai membangun tradisi tersebut dengan mengadaptasikan sains teknik dari Yunani kuno. Tentu saja, dengan kerangka konseptual Islam, tidak muncul berbagai model ilmu teknik dalam bentuk patung dewa-dewi maupun makhluk mitologis yang berfungsi sebagai bagian dari kegiatan ritual paganisme. Meski beberapa bentuk hewan dan manusia dapat ditemukan dalam karya teknik saintis muslim; replika tersebut hanya menjadi simbol apresiasi mereka atas peradaban sebelumnya, seperti Yunani, Persia, dan lainnya. Terdapat setidaknya 3 tokoh yang terhubung dalam bidang teknik; yakni al-Jazari, Banu Musa, dan Ibn Khalaf al-Muradi (Selin 2013, Vullo 2020, Torres-Garrido et al. 2019).

Ketiga tokoh tersebut, memang berbeda waktu. Banu Musa

adalah 3 bersaudara, yakni Jafar Muhammad ibn Musa ibn Shakir, Ahmad ibn Musa ibn Shakir and al-Hasan ibn Musa ibn Shakir. Yang hidup pada abad ke 8-9 Masehi masa khalifah Harun al-Rasyid di Baghdad (Hassaan 2004, Faris and Elmoselhy 2017). Al-Jazari yang merupakan ahli teknik dari Diyar Bakr, yakni daerah di antara Syam dan Armenia. Al-Jazari yang merupakan ahli teknik dari Diyar Bakr, yakni daerah di antara Syam dan Armenia (Selin 2013, Yassi 2017). Lain halnya dengan Ibn Khalaf al-Muradi. Yakni seorang ahli teknik yang terkenal di Cordoba dan Granada pada abad ke-11 M (Torres-Garrido et al. 2019). Ketiga tokoh tersebut memang dikenal oleh sejarawan sains masa kini. Karena terbukti bahwa kontribusi mereka dalam bidang teknik dapat menginspirasi kebangkitan sains di Eropa secara umum.

Karena konteks inilah, setidaknya perlu digali hal-hal yang bersinggungan dengan aspek ilmu teknik modern, sehingga menemukan akar dari kemajuannya. Urgensi inilah, yang mendorong penulisan artikel ini; yakni

mengkaji dan membandingkan kontribusi ketiganya dalam bidang teknik. Kajian ini akan membantu dalam memetakan kembali karya saintis muslim hingga pengaruhnya dalam bidang teknik; bahkan menjadi langkah awal dalam merekonstruksi kembali beberapa karyanya yang mungkin hilang atau belum ditemukan manuskrip asalnya.

Hasil dan Pembahasan

Karya-karya bidang *civil engineering*, seringkali muncul berbasiskan kebutuhan-kebutuhan masyarakat. Dalam hal ini, sudah terjadi dalam sejarah ilmu teknik. Kali ini, bukti-buktinya akan digali secara fokus dari peradaban Islam di masa lalu; yakni dari 3 tokoh yang kita fokuskan di atas. Kajian ini melibatkan multidisiplin, yakni sejarah sains dan metodologi ilmu teknik modern. Sejalan dengan metode yang ditetapkan dalam kajian ini, langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah penggalan literatur terkait tema dan tokoh yang dikaji. Secara teknis, tahapan ini dilakukan dalam mengkaji sejarah dari sains dan

teknologi. Beberapa literatur yang telah ada, di antaranya ditulis oleh sejarawan sains seperti Adnan-Adivar (1949), Hill (1975), Saliba (2007), Sabra (1987).

Yang menjadi umum, bahwa pengkajian atas tokoh tersebut hanya sebatas penemuan dan kontribusi saja. Belum banyak yang sampai mengkaji akar filosofis dan etos ilmiah dari saintis muslim tersebut. Secara kritis, beberapa sarjana yang menyoroti aspek filosofis dari perkembangan sains di dunia Islam barulah beberapa orang. Untuk menyebut beberapa nama seperti al-Attas Dzulhadi (2015), Bakar (2016), Açıkgenç (2016), juga Wisnovsky (1995). Kajian pada bidang ini sebenarnya sangat penting. Mengingat bahwa suatu pengembangan teknologi didasari akan etos ilmiah yang berdimensi spiritual. Hal ini menunjukkan bahwa suatu teknologi dicipta karena berdasarkan nilai tertentu. Sarjana seperti Jurgen Habermas (Habermas 2005), Lynn White, turut mengafirmasi hal tersebut.

Secara faktual, artinya para saintis muslim mencipta dan

merekayasa teknologi dengan semangat keislaman. Selain menggunakan bahasa Arab sebagai lingua franca bidang tersebut. Yang mana, salah satu tujuan penciptaan teknologi adalah demi kemaslahatan manusia. Hal ini dapat dibuktikan secara historis, bahwa seluruh tokoh saintis muslim bidang teknik generasi awal tersebut; senantiasa menuliskan kalimat bismillah dalam manuskrip mereka, serta mencantumkan apresiasi atas saintis sebelumnya, baik dari Yunani maupun lainnya. Sikap tersebut mencerminkan kejujuran ilmiah yang tinggi serta kesadaran yang penuh, bahwa karyanya didedikasikan untuk kemanusiaan.

Tabel 1. Daftar Manuskrip Saintis Muslim bidang teknik generasi awal.

Tokoh	Abad	Daerah	Nama Manuskrip	Versi Hasil Edit
Banu Musa	7-8 M	Baghdad	<i>Kitab al-Hiyal</i>	The Book of Ingenious Devices
Al-Jazari	11 M	Aljazair	<i>Kitab fi ma'rifat al-hiyal al-handasiyya</i>	The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices
Ibn Khalaf	11 M	Cordoba	Kitab al-Asrar fi	The Book of Secrets

al-Muradi			Nataijal-Afkar	
-----------	--	--	----------------	--

Dari paparan fakta tersebut, kita mulai mengenal beberapa karya saintis muslim generasi awal bidang ilmu teknik. Selanjutnya, kita akan mengungkap lebih detail tentang tiga tokoh saintis tersebut:

Banu Musa

Nama ini menunjuk pada tiga bersaudara yang terkenal di era Abbasiyah. Yakni Jafar Muhammad ibn Musa ibn Shakir (800-873), Ahmad ibn Musa ibn Shakir (803-873) and al-Hasan ibn Musa ibn Shakir (810-873). Ayah mereka adalah Musa bin Shakir al-Munajjim, seorang ahli astronomi. Ketig anaknya adalah saintis bidang ilmu teknik di Baghdad pada masa itu. Secara khusus, Ja'far menekuni bidang geometri dan astronomi, Ahmad fokus pada bidang mekanika, dan adik terakhir dari 3 bersaudara tersebut adalah seorang ahli geometri terapan. Setidaknya, ada sekitar 20 karya yang mereka hasilkan; namun hanya 1 karya yang hingga kini diperkirakan masih lengkap. Yakni berjudul *Kitab al-*

Hiyal (The Book of Ingenious Devices) (Hassan 2004).

Prinsip utama yang diterapkan dalam karya tersebut, adalah penggunaan roda gigi sebagai penggerak yang terpengaruh dari gerak benda cair di dalamnya, selain itu digunakan pula prinsip yang berlaku pada air. Sehingga, air dimanfaatkan sebagai tenaga melalui gerakannya dalam pipa-pipa kecil yang diintegrasikan ke dalam mekanisme tersebut

Dalam karya tersebut, diuraikan hingga 26-30 alat teknik yang hampir seluruhnya mengandalkan daya air dan anomalnya (Torres-Garrido et al. 2019). Berikut ini adalah 2 contoh dari karya unik bidang teknik dari Banu Musa:

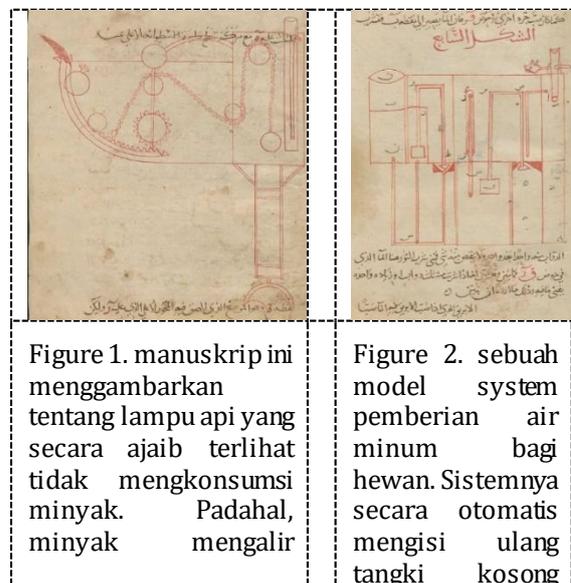


Figure 1. manuskrip ini menggambarkan tentang lampu api yang secara ajaib terlihat tidak mengkonsumsi minyak. Padahal, minyak mengalir

Figure 2. sebuah model system pemberian air minum bagi hewan. Sistemnya secara otomatis mengisi ulang tangki kosong

otomatis dengan apinya.	sejalan	yang kehabisan air; sehingga air terus mengalir.
-------------------------	---------	--

Al-Jazari

Nama lengkapnya adalah Badi' al-Zaman Abu al-Izz Ismail Ibn al-Razzaz al-Jazari. Ahli teknik yang menulis buku *Kitab fi Ma'rifat al-Hiyal al-Handasiyya*. Karya tersebut merupakan pesanan dari Nasir al-Din Mahmud, seorang pangeran dinasti Artuqid dari suku kawasan Diyar Bakr tahun 1206 M (sekarang antara Armenia dan Syiria. Kawasan tersebut merupakan bagian persemakmuran dan otonomi yang berpusat pada pemerintahan bani Abbasiyah di Baghdad (Selin 2013).

Karya-karya al-Jazari, mayoritas menggunakan tenaga air. Berikut memanfaatkan sistem semacam roda gigi yang dimodifikasi untuk terhubung secara vertical dan horizontal. Hal ini, karena wilayah tempat tinggalnya merupakan daerah subur. Di mana banyak petani yang memanfaatkan air untuk irigasi. Sehingga, teknologi irigasi pada masa itu sangat diperhatikan. Selain model teknik irigasi, al-Jazari juga mencipta beberapa model seni dalam bidang teknik. Di antaranya

adalah jam Gajah serta prototipe pompa air dengan katup berputar dan seolah menggunakan dua silinder (Dirik 2020). Beberapa karyanya yang kita ekstrak dari manuskrip dapat dilihat. Dua model di bawah ini adalah karya al-Jazari yang cukup inovatif dengan mengandalkan tenaga dan sifat air:



Figure 6. Salah satu karya unik al-Jazari yang dikenal sebagai Jam Gajah. Yang mengintegrasikan unsur peradaban Persia, Yunani, Arab, dan Mesir.

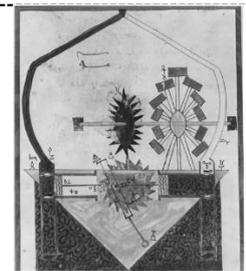


Figure 7. Terobosan baru dari al-Jazari bidang teknik adalah penggunaan pompa air dengan silinder ganda. Pompa ini murni berfungsi dengan tenaga air

Ibn Khalaf al-Muradi

Hampir belum banyak informasi seputar saintis muslim Spanyol ini. Ia adalah ahli teknik di Cordoba, pada masa Dinasti Bani Umayyah. Karyanya saja baru ditemukan tahun 1970, yang berjudul *Kitab al-Asrar fi Nataij al-Afkar*. Karya tersebut, barulah diolah dan diedit sekitar tahun 2007 dengan didanai oleh

pengusaha dari UAE dan Qatar. Diterbitkan dalam bahasa Arab, Inggris, dan Spanyol. Teks Inggrisnya berjudul: *Book of Secrets in the Results of Ideas* (Koetsier 2019, Chen, Ceccarelli, and Yan 2018, Torres-Garrido et al. 2019). Terdapat beberapa model yang telah dibuat replikanya baik video maupun maket, yakni maket mesin perang dan video jam air serta alat lainnya. Sumber termutakhir yang dapat dirujuk bisa dilihat dalam video berikut: <https://www.youtube.com/watch?v=TtoQW3J1MMQ>.

Di antaranya karya yang menarik dan inovatif dari Ibn Khalaf al-Muradi, yakni alat perang semacam 'battering-ram' yang difungsikan untuk mendobrak benteng dan tembok yang kuat. Karya teknik lainnya, lebih berupa seni. Seperti jam air dengan model yang kompleks, yakni digerakkan dengan air yang membuat gerakan pendulum dan tali serta membuat model hewan dan manusia yang diletakkan di atasnya menjadi bergerak. Kedua karyanya dapat dilihat sebagai berikut ini:



Figure 5. Replika mesin perang pendobrak benteng yang dirancang oleh Khalaf al-Muradi.



Figure 6. Jam air model rumit yang diciptakan oleh al-Muradi. Digerakkan oleh air yang mengalir melalui pipa dan saluran khusus.

Analisa Kronologis-Historis

Terdapat setidaknya beberapa karya penting dari tokoh tersebut. Ketiga karyanya, sebagaimana dibahas di atas, telah dikaji oleh orientalis dan ahli sejarah ilmu teknik lainnya. Terdapat beberapa persamaan menarik dalam karya-karya saintis muslim tersebut dalam bidang teknik. Berikut pula, keunikannya dari segi inovasi masing-masing:

Tabel 4. Persamaan dan Keunikan dari karya 3 tokoh saintis.

Tokoh	Dinasti	Sumber Tenaga	Material	Inovasi Unik
Banu Musa	Abbasiyah	Air	Kayu dan Logam	Lampu Minyak Otomatis
Al-Jazari	Artuqid	Air	Kayu dan Logam	Jam Gajah, Pompa Air
Khalaf al-Muradi	Umayyah	Mekanik	Kayu dan Logam	Mesin Perang

Terdapat persamaan yang dapat kita kenali, yakni pada sumber tenaga dan material yang digunakan. Selain karena tren sumber energi pada masa itu, pada satu aspek kita dapat menegaskan para tokoh tersebut dalam menggunakan sumber daya yang melimpah pada masa itu, yakni air. Hal ini, sesuai dengan visi spiritual Islam tentang perlunya menjaga lingkungan dengan menggunakan sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai sumber tenaga ramah-lingkungan.

Kesimpulan

Menjadi suatu hal penting untuk dimengerti, bahwa ide tentang pengembangan teknologi sejatinya telah ada dalam sejarah panjang manusia. Secara mentalitas, bahwa etos ilmiah saintis muslim dibuktikan dengan semangatnya mengembangkan sains untuk kemanusiaan. Dengan framework yang sama, mereka juga mengandalkan sumber daya terbarukan sebagai dasar dari penciptaan teknologinya; yakni air. Semangat ini mestinya dapat kita teladani dalam konteks modernitas;

yang saat ini tengah berjuang melawan efek buruk dari eksploitasi sumber daya dan energi di alam.

Referensi

- Açıkgenç, Alparslan. 2016. "Philosophy of Science in Epistemological Perspective." In *Islamic Perspectives on Science and Technology*, 59-74. Springer.
- Adnan-Adivar, Abdulhak. 1949. *Introduction to the History of Science*. Vol. III. JSTOR.
- Bakar, Osman. 2016. "Science and technology for mankind's benefit: islamic theories and practices—past, present, and future." In *Islamic Perspectives on Science and Technology*, 17-33. Springer.
- Chen, Yu-Hsun, Marco Ceccarelli, and Hong-Sen Yan. 2018. "A historical study and mechanical classification of ancient music-playing automata." *Mechanism and Machine Theory* 121:273-285.
- Dirik, Mahmut. 2020. "Al-Jazari: The Ingenious Inventor of Cybernetics and Robotics." *Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence* 1 (1):47-58.
- Dzulhadi, Qosim Nursheha. 2015. "Islam sebagai Agama dan Peradaban." *TSAQAFAH* 11 (1):151-168.
- Faris, Waleed Fekry, and Salah Elmoselhy. 2017. "The true inventor of some early mechanical engineering devices and mechanisms." *Al-Shajarah*:

- Journal of the International Institute of Islamic Thought and Civilization (ISTAC)* 22 (1):29-64.
- Habermas, Jurgen. 2005. "Knowledge and human interests: A general perspective." *Continental philosophy of science* 310.
- Hassaan, GA. 2004. "Banu Musa, the founders of automatic control in the 9th century." Proceedings of the MDP-8, Cairo University Conference on Mechanical Design and Production, Cairo, Egypt.
- Hill, Donald R. 1975. "The book of knowledge of ingenious mechanical devices (Kitāb fī ma'rifat al-ḥiyal al-handasiyya), by Ibn al-Razzāz al-Jazarī. xxv, 285 pp. Dordrecht, Boston: D. Reidel Publishing Co., [C1974]. Guilders 240." *Bulletin of the School of Oriental and African Studies* 38 (1):151-153.
- Koetsier, Teun. 2019. "The middle ages." In *The Ascent of GIM, the Global Intelligent Machine*, 111-143. Springer.
- Sabra, Abdelhamid I. 1987. "The appropriation and subsequent naturalization of Greek science in medieval Islam: a preliminary statement." *History of Science* 25 (3):223-243.
- Saliba, George. 2007. *Islamic science and the making of the European Renaissance*: Mit Press.
- Selin, Helaine. 2013. *Encyclopaedia of the history of science, technology, and medicine in non-western cultures*: Springer Science & Business Media.
- Torres-Garrido, S, R Lopez-Garcia, D Carou-Porto, and R Dorado-Vicente. 2019. "Historical and Technological Study of the 26 and 30 Mechanisms of "The Book of Secrets" by Ibn Khalaf al-Muradi." In *Explorations in the History and Heritage of Machines and Mechanisms*, 213-226. Springer.
- Vullo, Vincenzo. 2020. "The Second Pre-scientific Age: From the Diaspora of Alexandrian Scientists to the Renaissance." In *Gears*, 57-130. Springer.
- Wisnovsky, Robert. 1995. "Aristotle in the Arabic World-P. Lettinck: Aristotle's Physics and its Reception in the Arabic World, With an Edition of the Unpublished Parts of Ibn Bājjā's Commentary on the Physics.(Aristoteles Semitico-Latinus, 7.) Pp. ix+ 793 (88 pages of Arabic text). Leiden: EJ Brill, 1994. Cased, Gld 300/\$171.50." *The Classical Review* 45 (2):288-289.
- Yassi, Yousef. 2017. "Al-Jazari's Water Clocks: An Archaeological Reconstruction and Comparative Analysis of the Peacock Clock and the Dragon Clock." *Nuncius* 32 (1):1-24.