

## TELA'AH ROBOTIKA IBNU ISMAIL AL-JAZARI

**Muhammad Faqih Nidzom**  
Universitas Darussalam Gontor  
[faqihnidzom@unida.gontor.ac.id](mailto:faqihnidzom@unida.gontor.ac.id)

**Muhammad Taqiyuddin**  
Universitas Darussalam Gontor  
[taqiyuddin@unida.gontor.ac.id](mailto:taqiyuddin@unida.gontor.ac.id)

**Ahmad Rijal Khoirudin**  
Universitas Darussalam Gontor  
[ahmadrijalk@unida.gontor.ac.id](mailto:ahmadrijalk@unida.gontor.ac.id)

**Ahmad Luqman Sudarsono**  
Universitas Darussalam Gontor  
[luqmansudarsono@gmail.com](mailto:luqmansudarsono@gmail.com)

**Muhammad Safari**  
Universitas Darussalam Gontor  
[safarimuhammad053@gmail.com](mailto:safarimuhammad053@gmail.com)

### Abstract

*The development of technology in the 4.0 era is very significant, and robotics is part of technological advances that can be felt today. He has helped a lot in human development and civilization in all aspects. When it comes to robotics, the name Da Vinci is undoubtedly the front guard. Even though there are also Muslim scientists who we are aware of their contribution to in robotics, namely Abū al-'Iz Ibn Ismā'īl ibn al-Razāz al-Jazarī or better known as Al-Jazari. This article discusses the concept of robotics according to al-Jazari and its contribution to technological development using qualitative methods. Here it is found that the study of technology developed by Muslim scientists, especially al-Jazari, makes use of the natural forces in the surrounding environment to facilitate their work. Pure technology and utilitarian technology which is a branch of the technology developed by al-Jazari, resulted in an ingenious invention, namely the third water treatment device. Al-Jazari combines the two branches of knowledge into a mechanical tool that has never been found before. Since the beginning he has emphasized the importance of experimentation and proper observation, as well as paying attention to the axiological or objective aspects of science and the findings.*

**Keywords:** Robotics, Al-Jazari, Islamic Science, Islamic Civilization

## PENDAHULUAN

Saat berbicara tentang Robotika, maka nama-nama seperti ilmuwan Barat sangat mudah dikenal. Misalnya Da Vinci, yang lahir di abad ke-12 masehi. Demikian persepsi umum, bahwa kemodernan dan teknologi, dimulai oleh para penemu. Yang secara umum dikenal dari dunia Barat; yakni Eropa. Lebih tepatnya dari pemikir sekaligus pelukis terkenal pemilik nama lengkap Leonardo da Vinci tersebut. Padahal sebelum era da Vinci ada seorang tokoh ilmuwan muslim yang brilian di bidang teknologi bernama Ibnu Ismail Al-Jazari. (Budiharto, 2014: 32)

Pada masa kemajuan dan kemampuan yang dimiliki manusia dalam menciptakan berbagai macam teknologi, ditandai dengan revolusi industri pertamamelalui penemuan mesin uap dan mengganti tenaga manusia dengan mesin pada sektor industri yang ada di Inggris pada tahun 1748 M. Penemuan-penemuan teknologi baru terus berlanjut dan berkembang hingga mengantarkan pada revolusi industri kedua yang telah memperkenalkan penggunaan energi listrik sebagai sumber tenaga penggerak mesin industri serta revolusi ketiga. Hal itu dapat dikenali dengan digunakannya peralatan elektronik dan teknologi informasi untuk otomatisasi industri sehingga mesin industri tidak mengandalkan tenaga manusia secara total; melainkan pada program yang sudah ada dalam mesin dan sistem teknologi tersebut. (Zielinska, 2019)

Pencapaian umat Islam di masa lalu, hingga mencapai keemasannya adalah bukti nyata bahwasannya ilmu pengetahuan telah banyak ditemukan dan dikembangkan. Namun pada zaman ini fakta tersebut terbalik, Peradaban Baratlah yang mengklaim, dengan banyak mengadopsi karya-karya ulama muslim terdahulu. Dari sini terlihat bahwa Barat saat ini terdepan dalam

kemodernannya. (Donald R Hill, 199: 54) Namun di samping beberapa hal dari banyaknya manfaat dan tujuan dari teknologi robotika, nyata pula ditemukan beberapa aspek negatif. Ada hal yang berbenturan dari aspek dan tujuan teknologi robotika pada saat ini menjadikan manusia kehilangan skill, memiliki rasa malas dan kurang bergerak bahkan digunakan untuk hal-hal yang bahkan dapat membawa bahaya bagi manusia dan kemanusiaan itu sendiri. Karena, menjadikan teknologi robot sebagai tujuan dari kehidupan. Sebaliknya, dalam peradaban Islam, segala bentuk penemuan dan penciptaan teknologi adalah berorientasi kepada pemenuhan kesejahteraan manusia serta maslahatnya. (Abdullah, 2018)

## METODE PENELITIAN

Kajian model pustaka ini, melibatkan penelitian kualitatif berbasis kajian literatur. Terbatas pada tokoh saintis muslim, yakni al-Jazari. Secara khusus menyoroti tentang karya-karyanya bidang teknik dan mekanika. Di antara beberapa karya dan sumber primer yang dikaji adalah *Kitāb fi ma'rifat al hiyal al Handasiyya* yang telah diedit dan diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris oleh Donald Routledge Hill. Selain itu, turut mengambil pendapat para ahli bidang sejarah sains. Misalnya, George Sarton hingga A.I. Sabra. Karena banyaknya karya al-Jazari, kajian ini, secara khusus menyoroti bidang robotika.

## PEMBAHASAN

### Biografi Ibnu Ismail Al-Jazari

Nama lengkapnya adalah Abu al-Izz Ibn Ismail ibn Al-Razaz al-Jazari. Ia adalah seorang Ilmuwan Muslim yang berasal dari daerah Al-Jazira (Mesopotamia), di wilayah antara sungai Tigris dan Efrat. Tidak diketahui secara

pasti kapan dan di mana tepatnya ia dilahirkan. Jika dilacak dari 11 manuskrip yang dikomentari oleh Donald R. Hill, bahwa menilik karya al-Jazari yang cukup terkenal; yakni *Kitab fi ma'rifati al-hiyal al-handasiyya*; maka sekurangnya al-Jazari telah menulis karyanya terakhir kali pada abad ke 13 (1200-1300). Itu pun, masih dianggapnya belum selesai. Sehingga, diperkirakan ia lahir pada akhir abad ke 12. Ia dikenal sebagai seorang ahli teknik yang telah mengabdikan diri pada masa kerajaan Urtuq atau Artuqik di Diyar Bakir dari kisaran tahun 1174 – 1209. Dalam kurun waktu pada masa ia mengabdikan diri Al-Jazari menciptakan replika otomatis berbentuk robot Manusia (Humanoid) yang dapat diprogramkan melalui tenaga kinetik dan bisa mengembangkan prinsip *Hidrolik* untuk menggerakkan 'robot' tersebut. (Ibn al-Razzaz, 1975: 3-5)

Di dalamnya menjelaskan 50 hasil karya tentang peralatan mekanik berikut penjelasan intruksi dan bagaimana teknik perakitannya. (Tibbetts, 1975: 20) Dengan kemauan dirinya ia mengabdikan diri untuk menjadi kepala Insinyur di Istana Artuklu, hal ini sama seperti yang dilakukan oleh ayahnya, yang berada di Dinasti Artuqid Mardin memerintah di wilayah sekitar Timur Anatolia. (Donald R Hill, 1991: 64) (Dirik, 2020)

Al-Jazari ialah seorang yang lebih cenderung sebagai praktisi insinyur daripada penemu sebagaimana lainnya. dan tampaknya ia lebih tertarik pada proses pengerjaan, yang kemudian membawanya pada pengetahuan tentang kaidah dan rumus di baliknya. Sebagian besar karya berupa mesin-mesin yang berhasil ia ciptakan biasanya dirakit secara mandiri, bahkan melalui proses mencoba dan gagal. Hingga ia mencapai keberhasilan dari percobaannya. Dalam bukunya "*al Jāmi bayna al Ilm wa al-'amal al nafi fī sinā'at*

*al hiya'*" (Himpunan antara pengetahuan dan praktik tentang penciptaan alat-alat teknik) menjadi sebuah karya yang sangat populer sebagaimana telah banyak terlihat dalam salinan manuskrip yang berjumlah banyak, dan seperti berulang kali dijelaskan olehnya, ia hanya menjelaskan peralatan-peralatan yang dibangunnya sendiri. Menurut tokoh lain yang bernama Mayr, gaya bahasa yang ada dalam buku tersebut sama seperti pada buku modern *do-it-yourself*. (Dirik, 2020) (Tibbetts, 1975)

Ada beberapa peralatannya yang terinspirasi oleh peralatan-peralatan yang ada pada sebelumnya, contoh salah satu karyanya adalah jam airnya yang sangat monumental, berdasarkan percobaan teknologi peninggalan Archimedes. Ia juga mengutip dari karya-karya ahli teknik sebelumnya, seperti Banu Musa bersaudara dalam mengambil inspirasi untuk karya air mancurnya, berikut pula dari al-Astrulabi dalam hal desain jam lilin yang cukup unik itu.

Hibat Allah ibn al-Husayn (1139) pun turut menginspirasi al-Jazari dalam perumusan robot pemain musik otomatis; yakni dari komentar al Husayn tentang *musical automata*. Al-Jazari melanjutkan dengan cara menggambarkan perbaikan yang ia buat terhadap hasil karya para pendahulunya, dan menjelaskan secara detail tentang peralatan-peralatan, teknik-teknik, dan komponen-komponen yang merupakan penemuan orisinilnya, dan tidak tampak dalam hasil karya pendahulunya. Hal ini, menjadikannya cukup terkenal. Ditengarai dengan berbagai jumlah manuskripnya dalam beragam versi. (Hassaan, 2004) (Khorasanizadeh, 2019)

#### **Defenisi Robotika**

Kamus Bahasa Indonesia (KBI) mendefinisikan bahwa robot adalah alat

yang dapat berupa orang-orangan dan sebagainya ada yang bisa bergerak (terbuat seperti hal bentuknya manusia) yang dikendalikan oleh mesin. Istilah robot berasal dari bahasa Czech, yaitu dari kata *robota* yang berarti tenaga kerja/buruh. Fadlisyah dan Sayuti dalam bukunya *Robot Visi* menjelaskan, robot adalah sebuah alat atau mesin yang bekerja dan melakukan aktivitasnya seperti halnya dengan aktifitas manusia seperti biasanya. Dalam pembuatan sebuah robot ada beberapa syarat yang harus memiliki yaitu, "intelligence", secara normal dapat dikatakan bahwa syarat tersebut erat kaitannya dengan konsep algoritma pemrograman komputer untuk aplikasi kontrol dan sistem sensor gerak atau cahaya. (Indonesia, 2008: 1312) (Fadlisyah and Sayuti, 2009: 43)

Perkembangan teknologi informasi serta otomasi industri sangat pesat. Komputer sebagai bagian yang tak terpisahkan dengan industri itu sendiri, tidak bisa dihindari akan berintegrasi dengan disiplin ilmu lain seperti mekanika, elektronika, pemrograman dan lain lain. Ketika munculnya mekatronika atau bisa disebut ilmu mekanika dan elektronika, yang dalam berbagai wujudnya seperti alat-alat industri termasuk Robot. Lalu ditambah dengan 'Kecerdasan Buatan' (*artificial intelligence*) yang berfungsi sebagai otaknya, dengan itu muncullah wujud sebuah robot yang cerdas. Robotika adalah sebuah perpaduan berbagai macam disiplin ilmu, khususnya ilmu mekanik, elektronik, dan komputer. (Zielinska, 2019) (Dirik, 2020)

Dalam perpaduan ini bisa menciptakan robot-robot yang sederhana dan memiliki banyak manfaat bagi manusia, baik berfungsi untuk hiburan atau bahkan yang lebih serius, contohnya dapat membantu dalam berbagai bidang di industri. Sedangkan

pada mekatronika (mekanik dan elektronika) ditambahkan suatu unsur komputer (khususnya pemrograman) untuk menjadi otak buatan, maka terciptalah robot yang cerdas, dengan berbagai bentuk dan manfaatnya. Karya Robotika adalah multidisiplin yang diatur dengan komputer, elektronika dan mekanika sebagai ilmu dasarnya. Namun begitu tidak terbatas bagi pengajar untuk melibatkan ilmu-ilmu lain seperti biologi dan anatomi. Dengan adanya *robotics walker kit* (kit robot berkaki/ berjalan), para guru/dosen secara tidak langsung dapat melibatkan siswanya untuk mengamati gerakan kaki serangga dan mensimulasikannya sebelum diprogram ke robot walking kit (yang tingginya sekitar 2, 4 atau 6 kaki). (Schweitzer, 2003) (Fron and Korn, 2019)

#### **Sejarah Perkembangan Robotika**

Niat awal yang digagas oleh para ilmuwan adalah berkeinginan untuk membuat robot yang bukan berasal dari disiplin ilmu elektronika melainkan berasal dari disiplin ilmu biologi. Saat itu para ilmuwan biologi ingin menciptakan makhluk yang memiliki karakteristik seperti yang mereka inginkan. Namun karena keterbatasan ilmu dan teknologi pada masa tersebut, maka keinginan tersebut belum terwujud. Saat itu, yang dapat diciptakan manusia hanyalah alat-alat mekanik sederhana yang dapat membantu kehidupan sehari-hari. (Fadlisyah and Sayuti, 2009: 68)

Para ilmuwan, bahkan seniman pun turut berperan dalam sejarah muncul terciptanya robot atas imajinasi dan kreativitas mereka tentang robot yang tertuang menjadi novel-novel, naskah sandiwara dan film. Pada abad ke-19, robot mulai dikembangkan oleh para insinyur teknik karena keahlian mereka dalam bidang mekanika. Setelah dikenal ilmu teknik kendali, robot mulai dikaji

oleh disiplin ilmu elektroteknik. (Sandler, 1999) (Zielinska, 2019)

Istilah robot sendiri yang pertama kali menggunakan istilah ini pada tahun 1921 adalah Karel Capek, seorang penulis berkebangsaan Ceko, yang berhasil menuliskan dalam karyanya "Rossum's Universal Robot". Robot berasal dari kata robota dalam bahasa Ceko berarti pekerja paksa. Pada tahun 1941, penulis fiksi ilmiah, Isaac Asimov mengenalkan istilah robotika dalam karyanya yang berjudul "Liar!". Isaac Asimov tidak menyadari bahwa dialah yang pertama kali memperkenalkan istilah ini dan membuat orang lain mengetahuinya. Karena ilmu dan teknologi mengenai benda-benda elektrik disebut elektronika, maka dia mengasumsikan bahwa istilah robotika digunakan untuk ilmu dan teknologi mengenai robot. (Surjono, 2011: 42)

Akhirnya disepakati bahwa robotika merupakan teknologi dan ilmu rekayasa robot yang meliputi perancangan, pembuatan, pengaplikasian, dan penentuan struktur, yang berhubungan erat dengan elektronika, mekanika, dan perangkat lunak. (Zielinska, 2019) Seiring berkembangnya teknologi komputasi dan perangkat lunak, robotika pun mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan yang pesat ini dimulai pada awal tahun 1950-an. Pada tahun 1948, William Grey Walter membuat robot Elmer dan Elsie, dua robot autonomous yang berbentuk seperti kura-kura. Pada tahun 1956, seorang tokoh yang bernama George Devol dan Joseph Engelberger bersepakat membentuk perusahaan robot yang pertama di dunia. Devol sendiri memprediksikan bahwa robot nantinya akan menjadi bagian yang sangat penting di dunia industri yang bekerja sebagai operator pabrik dan pembantu para pekerja dalam

menjalankan mesin-mesin pabrik. (Tlale and de Villiers, 2008)

Tahun 1961, Produk dari General Motor yang pertama kali menggunakan robot dalam kegiatan pabrik otomotifnya. Di Stanford Research Institute, tahun 1966 dimulai pengerjaan terhadap Shakey, robot yang dapat berfungsi untuk mencari rute dan memindahkan benda. Pada tahun 1980-an saat elektronik dan komputer sedang berkembang sangat pesat, robot industri semakin berkembang dan banyak digunakan dalam pabrik. Selain robot yang diciptakan untuk membantu manusia bekerja di pabrik, ada juga robot yang dibuat dengan bentuk menyerupai hewan atau manusia. Robot semacam ini biasa disebut android, humanoid, dan sebagainya. Pada tahun 1986, Honda memulai riset tentang humanoid yang dinamakan E0. Setelah menempuh bertahun-tahun dalam riset, pada akhirnya robot ini diperkenalkan ke publik pada tahun 2000 dengan nama ASIMO. Selain produk dari Honda, Sony pun tidak kalah dengan karyanya yang bernama AIBO. Yang ia perkenalkan ke pasar pada tahun 1999. Robot dengan nama AIBO merupakan robot berbentuk hewan yaitu seperti bentuk anjing yang mampu melihat, berjalan, dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. (Sandler, 1999) (Fron and Korn, 2019)

Saat ini penggunaan robot dalam industri-industri berat sudah marak. Robot sebagai pekerja dalam industri umumnya berupa lengan yang membantu kegiatan di pabrik. Lengan ini dikendalikan oleh komputer yang telah diprogram sedemikian rupa. Dalam Penggunaan robot di dunia industri diperlukan robot yang dapat mengerjakan hal yang sama secara terus menerus sesuai dengan perintah yang diberikan oleh operator. Gerakan berulangnya yang presisi merupakan

keunggulan robot sehingga dalam produksi, dapat diperoleh hasil yang tetap dan standar.

Pembuatan Robot sendiri memberikan berbagai dampak negatif dan positif, dari segi positifnya robot dapat membantu pekerjaan di dunia Industri di salah satu Negara yang menggunakannya. Walaupun di salah satu sisi penggunaan robot dalam dunia industri dapat menyebabkan banyaknya pengangguran, di sisi lain juga bahwa penggunaan robot dapat menciptakan lapangan pekerjaan yang bersifat baik sesuai dengan kebutuhan dalam pembuatan robot seperti teknisi robot, programmer, supervisor, dan lainnya.(Schweitzer, 2003) (Abdullah, 2018)

### **Konsep Robotika Menurut Ibnu Ismail Al-Jazari**

Kedua karya utama al-Jazari, yakni "*al Jāmi bayna al Ilm wa al-'amal al nafi fi sinā'at al hiyal*" (Himpunan antara pengetahuan dan praktik tentang penciptaan alat-alat teknik) dan *Kitab fi ma'rifati al-hiyal al-handasiyya* (Buku mengenai pengetahuan tentang alat-alat teknik) menunjukkan tentang berbagai model serta metode perakitan sekitar 100an alat teknik yang telah berhasil ia coba. (Kostur and Ozcan, 2019)

Ibnu Ismail Al-Jazari mendapat gelar atau julukan sebagai Bapak Modern Engineering berkat hasil temuan-temuannya yang sangat banyak dan dapat mempengaruhi rancangan mesin-mesin modern saat ini, diantara karyanya adalah sebagai berikut: jam kastil, jam lilin, pompa mekanik, jam gajah, dan hampir semuanya memiliki aspek prinsip mekanika otomatis. (Kostur and Ozcan, 2019)

Tokoh dalam bidang teknologi Donald Routledge Hill, menjelaskan dalam bukunya yang berjudul "Studies in Medieval Islamic Technology", bahwa

hingga zaman modern ini, tidak ada satupun dari suatu kebudayaan yang dapat menandingi lengkapnya instruksi untuk baik dalam merancang, memproduksi dan menyusun berbagai macam mesin. Sebagaimana yang disusun oleh tokoh ilmuwan muslim yaitu, Al-Jazari. Pada tahun 1206 M, ia berhasil merampungkan sebuah karyanya dalam bentuk buku yang berkaitan dengan dunia teknik. (Tibbetts, 1975)

Ibnu Ismail Al-Jazari berhasil mendokumentasikan hasil karya temuannya berjumlah lebih dari 50, di dalam bukunya di tulis dan di jelaskan secara lengkap dengan rincian berupa gambar-gambar dalam buku tersebut. Ia menamakan bukunya dengan judul *al-Jami' Bain al-Ilm Wal Amal al-Nafi Fi Sina'at al-Hiyal (The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices)*. Dalam bukunya ini berisi tentang teori dan praktik mekanik. Karya yang berhasil ia temukan sangat berbeda dengan karya ilmuwan lainnya, karena dengan sikap atau kepiawaiannya yang telah dianugerahkan kepadanya. Al-Jazari menjelaskan secara detail tentang hal-hal yang terkait dengan mekanika, dan menjadi kontribusi yang sangat berharga dalam sejarah teknik. (Dirik, 2020)

Yang menarik, justru seorang sarjana bidang Sejarah Ilmu Teknik dari Inggris yang tertarik pada karya al-Jazari. Karena, pekerjaan al-Jazari dan karyanya menjadi bukti bahwa peradaban Islam di masa lalu memiliki sejarah perkembangan sains yang cukup signifikan; berikut pula berkontribusi pada peradaban setelahnya. Sehingga, ia menyadari pentingnya karya ilmuwan muslim Al-Jazari. Al-Jazari, menyatakan dalam bukunya mengatakan bahwa terdapat instruksi yang saling berkaitan dalam merancang, merakit, dan membuat mesin. Pada tahun 1976 diadakan acara di Inggris dengan tema

"*World of Islam Festival*", banyak orang yang merasa kagum dengan hasil karya ilmuwan Muslim yaitu Al-Jazari. Ada hal bukti, yang mana *Science Museum* merekonstruksi kerja gemilang yang berhasil Al-Jazari temukan, salah satu karyanya yaitu jam air. Donald Hill tertarik pada karya Al-Jazari dan membuatnya terdorong untuk menerjemahkan buku karya Al-Jazari pada tahun 1974 M, proses penerjemahan ke bahasa Inggris baru terjadi setelah delapan abad kepergian al-Jazari. (King, 1975)

Hasil tulisan Al-Jazari dianggap unik karena ia berhasil memberikan gambaran yang begitu detail dan jelas dalam proses pembuatan dalam hal mekanik. Karena para ahli teknik lainnya lebih banyak mengetahui dari teori saja atau bahkan mereka menyembunyikan pengetahuannya dari orang lain. Terlebih lagi ia pun menggambarkan metode rekonstruksi peralatan yang berhasil ia temukan. Karyanya berhasil dianggap sebagai sebuah manuskrip monumental dan terkenal di dunia. Dan yang dianggap sebagai teks penting untuk mempelajari sejarah lengkap tentang teknologi. Dalam bukunya berhasil diilustrasikan dengan miniatur yang menakjubkan. Hasil kerja karyanya ini selalu menjadi kerap menarik perhatian bahkan dari dunia Barat. (Cave and Dihal, 2018)

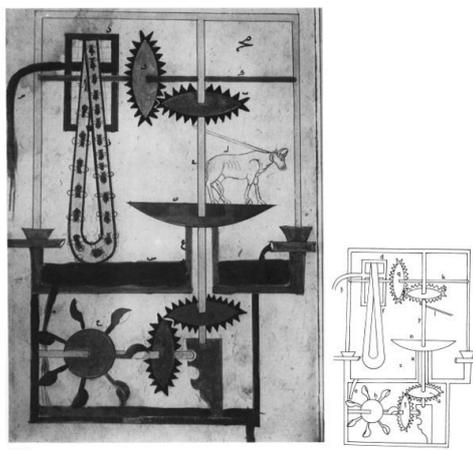
Dengan karya gemilang al-Jazari, para ilmuwan dan ahli teknik Muslim ini telah membawa masyarakat Islam pada abad ke-12 dalam masa kejayaannya. Al-Jazari hidup dan bekerja di Mesopotamia selama 25 tahun. Al-Jazari mengabdikan dirinya di istana Artuqid, pada waktu itu berada di bawah naungan Sultan Nasir al-Din Mahmoud. Al-Jazari memberikan kontribusi yang sangat penting bagi dunia ilmu pengetahuan dan masyarakat. Contoh hasil karyanya adalah Mesin pemompa air yang

dijelaskan dalam bukunya, menjadi salah satu karya yang inspiratif. Terutama bagi para sarjana teknik dari berbagai belahan negara-negara yang ada di Barat. Jika melihat dari sejarah, pasokan air untuk minum, keperluan rumah tangga, irigasi dan kepentingan industri merupakan hal vital dan urgen di negara-negara Muslim. Dengan demikian, yang sering menjadi masalah adalah terkait dengan alat yang efektif untuk memompa air dari sumber airnya. (Csen, 2013)

Masyarakat pada zaman dahulu memang sudah memanfaatkan sejumlah peralatan untuk mendapatkan air. Mereka menamakan alatnya yaitu, Shaduf (dari Bahasa arab kata شادوف) adalah sebuah alat irigasi yang telah dikenal sejak 3000 SM). (Khorasanizadeh, 2019) maupun Saqiya (mesin alat irigasi air). Alat ini dikenal pada masa kuno, baik di negara Mesir maupun Assyria. Alat ini terdiri dari beberapa unsur diantaranya: balok panjang yang ditopang di antara dua pilar dengan balok kayu horizontal. Sementara Saqiya adalah mesin bertenaga hewan. Mekanisme intinya terdiri dari dua gigi. Tenaga hewan yang digunakan seperti tenaga keledai maupun unta. Saqiya terkenal pada zaman Roma. Para ilmuwan Muslim berhasil melakukan eksplorasi peralatan ini untuk mendapatkan hasil yang lebih memuaskan. Al-Jazari berhasil merintis dengan menguraikan alat mesin yang mampu menghasilkan air dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan mesin yang ada pada waktu sebelumnya. (Donald R Hill, 1991)

Al-Jazari, pada waktu itu memikul sebuah amanat atau tanggung jawab untuk merancang lima mesin pada abad ketiga belas. Dua mesin pertamanya adalah hasil modifikasi terhadap alat Shaduf, sedangkan mesin ketiganya adalah pengembangan dari alat Saqiya

yang mana tenaga air menggantikan dengan tenaga binatang. Satu mesin yang sejenisnya dengan alat Saqiya diletakkan di Sungai Yazid kota Damaskus dan dapat diperkirakan mampu memasok kebutuhan air di rumah sakit yang berada di dekat sungai tersebut. Pada mesin keempatnya ialah mesin yang menggunakan bahan balok dan dengan tenaga binatang. Cara kerjanya sebuah balok akan digerakkan secara naik turun oleh sebuah teknis atau mekanisme yang melibatkan pada gigi gerigi dan sebuah engkol. Pada mesin itu diketahui bahwa mesin pertama kalinya yang menggunakan engkol sebagai bagian dari sebuah mesin. Di Eropa hal ini baru terjadi pada abad 15, dan hal itu dianggap sebagai pencapaian yang luar biasa. (Almagro, 2007) (Csen, 2013) Gambar 1: Model Pompa Shaduf al-Jazari



Pada dasarnya sebuah mesin engkol merupakan peralatan mekanis yang sangat penting setelah adanya roda. Karena menghasilkan gerakan berputar yang akan terus menerus. Pada masa sebelumnya memang sudah ditemukan mesin engkol, tapi digerakkan dengan tangan. Sedangkan, engkol yang terhubung dengan sistem roda di sebuah mesin yang berputar akan berbeda. Penemuan mesin engkol sejenis itu oleh sejarawan pada bidang teknologi dianggap sebagai peralatan mekanik

yang paling penting khususnya bagi orang-orang Eropa yang hidup pada awal abad ke-15. Bahkan tokoh di Eropa, Bertrand Gille menyatakan bahwa sistem tersebut sebelumnya tak ada yang mengetahui dan sangat terbatas penggunaannya. (Cora and Csahin, 2020)

Pada tahun 1206 M, mesin engkol yang terhubung dengan sistem roda sepenuhnya dikembangkan pada mesin pemompa air yang dibuat Al-Jazari. Hal ini dilakukan pada abad ke-3 sebelum Francesco di Giorgio Martini. Mesin kelima yang berhasil Al-Jazari temukan, ialah mesin pompa yang digerakkan oleh air: Gambar 2: Prototipe Pompa al-Jazari

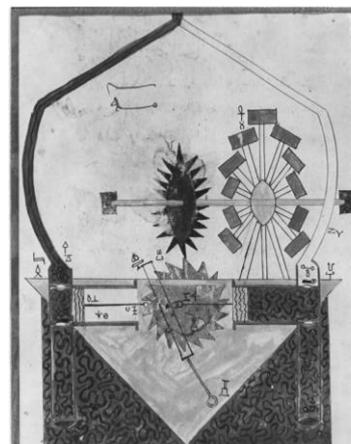


Plate XXX - 1254 no. Main Illustration of Pump, Cat. 7, Ch. 5, At Fig. 141. Courtesy of the Fogg Art Museum, Harvard University. Bequest of Miss and Paul J. Sachs.

Ini merupakan peralatan yang memperlihatkan kemajuan lebih radikal. Gerakan roda air yang berada dalam mesin itu menggerakkan piston yang saling berhubungan. Kemudian, silinder piston tersebut dapat terhubung dengan pipa penyedot. Lalu pipa penyedot tersebut dapat menyedot air dari sumber air dan membagikannya ke sumber atau sistem pasokan air. Pompa ini adalah contoh awal dari double-acting principle. (Vullo, 2020: 71–75) (Ibn al-Razzaz, 1975: 236)

### 1. Beberapa Karya Ibnu Ismail Al-Jazari

#### a. Dispenser Minuman Otomatis

Perangkat ini berupa semacam dispenser zaman modern, namun dibuat dari rangkaian kubah yang digerakkan oleh tenaga air. Di bagian paling bawah, terdapat model robot penuang air secara otomatis. Pada bagian paling atas terdapat penunggang kuda, yang sebenarnya juga rangkaian robot yang digerakkan oleh roda gigi yang terhubung dengan gerakan air sebagai sumber tenaganya. Di tengah kubah, berdiri robot penanda (kemungkinan) tingkat keberadaan air yang terdapat di dalam kubah tersebut. Sehingga, memberitahukan si pemilik kapan harus menuang kembali air ke dalam tempat tersebut. Air yang mengalir dalam dispenser, melalui sekelompok robot kecil/manekin yang memegang alat musik. Aliran air membuat robot tersebut bergerak dan memainkan nada tertentu; barulah mengalir ke robot paling bawah, yang berfungsi menuangkan air ke dalam cawan untuk diminum. Gambar 3: Robot pada Dispenser Minum



Plate XIII - 1334 no. Main illustration of the Castle Wine Dispenser, Cat. II, Ch. 3, As Fig. 82. Courtesy, Coll. Zahra Binney, 3rd. Bottom.

**b. Jam Kastil**

Jam astronomi terbesar Al-Jazari adalah "jam kastil", yang merupakan perangkat kompleks yang tingginya sekitar 11 kaki (3,4 m), dan memiliki beberapa fungsi selain pencatatan waktu, ini termasuk tampilan zodiak dan

orbit matahari dan bulan. Fitur inovatif dari perangkat itu adalah beberapa penanda dalam bentuk bulan sabit hingga bulan yang penuh yang seolah melakukan perjalanan melintasi puncak gerbang yang digerakkan oleh gerobak tersembunyi, dan menyebabkan pintu otomatis terbuka, masing-masing mengungkapkan manekin setiap jam, fitur inovatif lainnya adalah kemampuan untuk memprogram ulang panjang siang dan malam untuk memperhitungkan perubahan mereka sepanjang tahun: (Ibn al-Razzaz, 1975: 241–42). Gambar 4: Model Robot



**c. Jam Lilin**

Salah satu karya al-jazari adalah model Jam Lilin. Menurut Donald Hill, al-Jazari menggambarkan jam lilin paling canggih yang diketahui hingga saat ini. Hill menggambarkan salah satu jam lilin al-Jazari sebagai berikut: Gambar 5: Robot pada Jam Lilin



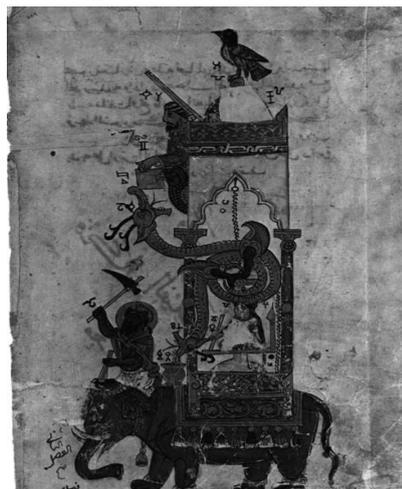
Lilin yang tingkat membakarannya diketahui membosankan dibagian bawah topi dan sumbunya melewati lubang, lilin yang dikumpulkan dalam indentasi dan dapat dihilangkan secara berkala sehingga tidak mengganggu pembakaran yang stabil, bagian bawah lilin diistirahatkan dalam hidangan dangkal yang memiliki cincin disisinya yang terhubung melalui katrol ke penyeimbang, Ketika lilin terbakar dan berat akan mendorong ke atas dengan kecepatan konstan.(Ibn al-Razzaz 1975, 217)

#### d. Jam Gajah

Pada tahun 1206 M, al-Jazari membuat karyanya yaitu Jam Gajah yang bekerja dengan tenaga air dan berat benda untuk menggerakkan secara otomatis sistem mekanis, yang dalam interval tertentu akan memberikan suara simbal dan burung berkicau. Pada prinsip inilah yang berhasil mengilhami dalam pengembangan robot pada masa sekarang.

Sekarang ini replika jam gajah tersebut disusun kembali oleh para tokoh di Inggris dan menaruhnya di *London Science Museum*, sebagai bukti dalam menghargai atas karya besar yang telah ia temukan.(Donald R Hill, 1991). Bagian-bagiannya yang bergerak diotomatisasi menggunakan timer bertenaga air yang terinspirasi oleh mekanisme India yang dikenal sebagai ghatika-timer jam adalah mangkuk yang perlahan-lahan akan tenggelam ke dalam tangki air yang tersembunyi.

Selain menceritakan waktu, jam bertenaga air yang indah ini adalah simbol status, kemegahan, dan kekayaan. Gambar 6: Model Robotika Jam Gajah al-Jazari



Penemuan delapan abad yang lalu ini adalah merupakan sebuah penemuan yang luar biasa dan sangat rumit pada masanya, prinsip kerja dari jam ini merupakan sebuah kerja mesin yang menakjubkan dan jam ini juga memiliki tampilan luar yang kalah istimewanya. Al-jazari sengaja merancang alat yang dinamakan jam gajah (elephant clock) dalam rangka mengkokohkan citra islam sebagai agama yang universal, jam ini dibuat oleh al-jazari bukan hanya sebuah mahakarya yang indah untuk dilihat tetapi memiliki mekanisme yang disatukan dengan hati-hati. Model jam ini setinggi 9 meter yang ditampilkan di Ibn Battuta Shopping Mall di Dubai. (Yassi, 2017)

#### e. Robot Pemain Musik

Band robot musik karya Al-jazari ini menggambarkan air mancur dan automata musik dimana aliran air bergantian dari satu tangki besar ke tangkibesar lainnya pada interval perjam atau setengah jam, operasi ini dicapai melalui penggunaan *switching hidrolik*.Kelompok band ciptaan al-jazari ini terdiri dari dua penabuh dram, seorang peniup harpa, dan pemain suling yang berada diatas perahu terapung di danau. Gambar 7 Robot Pemain Musik Otomatis



Karya al-jazari ini menggunakan prinsip hidrolis untuk menggerakkan mesin yang dikenal sebagai mesin robot pada masa ini. Ia menciptakan sekelompok 'robot' pemain musik otomatis yang merupakan perahu dengan empat musisi otomatis yang mengapung di danau ini untuk menghibur paa tamu di pesta minum kerajaan. (Donald R Hill, 1991)

Itulah diantara keberhasilan teknologi yang berkembang di zaman peradaban Islam yang gemilang. Ini tak bisa dilepaskan dari berkembangnya kajian Islam yang dikembangkan oleh para ilmuwan muslim yang memanfaatkan kekuatan alam dilingkungan sekitar mereka untuk memudahkan pekerjaan mereka. Teknologi murni dan teknologi utilitarian yang merupakan cabang dari teknologi yang dikembangkan oleh al-Jazari, menghasilkan penemuan cerdas yaitu *alat pengolah air ketiga*. Al-Jazari menggabungkan kedua cabang ilmu tersebut menjadi sebuah alat mekanika yang belum pernah ditemukan sebelumnya. Sejak awal ia telah menekankan pentingnya eksperimen dan observasi yang tepat dan tidak akan memberikan banyak kepercayaan pada temuan yang tidak dibuktikan oleh eksperimen. (Ibn al-Razzaz, 1975: 7-8)

## KESIMPULAN

Menjadi sedikit kejelasan, bahwa kejayaan peradaban Islam ditandai

dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Yang khususnya dihasilkan oleh ilmuwan muslim itu sendiri; baik berupa modifikasi atas sains peradaban sebelumnya, hingga penciptaan teknik baru. Hal ini tidak terlepas dari etos ilmiah dan semangat berkontribusi para ilmuwan terhadap komunitasnya. Al-Jazari adalah contoh dari fenomena tersebut. Yang menarik, justru berbagai karyanya menginspirasi perkembangan pengetahuan di Eropa masa itu. Hingga kini, kajian tentang al-Jazari pun masih marak dilakukan. Yakni, melalui editing (*tahqiq*) manuskrip maupun salinan dari manuskrip tersebut. Semangat tersebut, mestinya dapat kita teladani dalam konteks Islam, yakni *thalab al-ilm* (*seeking for the knowledge*). Yang khususnya diawali dengan ilmu agama yang *fardhu 'ain*, yang harus berujung pada semangat keilmuan lainnya; yakni berupa *fardhu kifayah* seperti teknik, mekanika, dan lainnya..

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Shahino Mah. 2018. "Intelligent Robots and the Question of Their Legal Rights: An Islamic Perspective." *Islam and Civilisational Renewal ICR Journal* 9
- Almagro, Antonio. 2007. "Preserving the Architectural Heritage of Al-Andalus. From Restoration to Virtual Reconstruction." *Al-Masaq: Islam and the Medieval Mediterranean*.
- Budiharto, Widodo. 2014. "Robotika Modern, Teori Dan Implementasi." *CV Andi*.
- Cave, Stephen, Kanta Dihal. 2018. "Ancient Dreams of Intelligent Machines: 3,000 Years of Robots." *Nature* 559 (7715)
- Cora, Omer Necati, and Mustafa Ergin Cshahin. 2020. "Turkish Journal of

- Electromechanics & Energy in Its Fifth Year, and Portrait of a Pioneer in Engineering: Al-Jazari.” *Turkish Journal of Electromechanics and Energy* 5 (1).
- Csen, Zekai. 2013. “Ancient Water Robotics and Abou-I Iz Al-Jazari.” *Water Science and Technology: Water Supply* 13 (3)
- Dirik, Mahmut. 2020. “Al-Jazari: The Ingenious Inventor of Cybernetics and Robotics.” *Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence* 1 (1)
- Fadlisyah, Fadlisyah, and M Sayuti. 2009. “ROBOT VISI.” *Graha Ilmu*.
- Fron, Christian, and Oliver Korn. 2019. “A Short History of the Perception of Robots and Automata from Antiquity to Modern Times.” In *Social Robots: Technological, Societal and Ethical Aspects of Human-Robot Interaction*, 1–12. Springer.
- Hassaan, G A. 2004. “Banu Musa, the Founders of Automatic Control in the 9th Century.” In *Proceedings of the MDP-8, Cairo University Conference on Mechanical Design and Production, Cairo, Egypt*
- Hill, Donald R. 1991. “Mechanical Engineering in the Medieval near East.” *Scientific American* 264 (5)
- Ibn al-Razzaz, Al-Jazari. 1975. *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices (Kitab Fi Ma’rifat Al-Hiyal Alhandasiyya)*. Edited by Donald Routledge Hill. Dordrecht: Springer.
- Indonesia, Tim Penyusun Kamus Bahasa. 2008. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa.
- Khorasanizadeh, Mohammad. 2019. “Comparative Study of Illustration of Three Manuscripts from the ‘Kitab Al-Hiyal’ Written by Badi’al-Zaman Al-Jazari.” *Scientific Journal of Motaleate-e Tatbighi-e Honar* 9 (17)
- King, David A. 1975. “The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices: Kitab Fi Macrifat Al-Hiyal Al-Handasiya by Ibn Al-Razzaz Al-Jazari’ by DR Hill.” *History of Science* 13 (4)
- Kostur, Hakki Ilker, and Hasan Ozcan. 2019. “Following Al-Jazari’s Footsteps in the Science Laboratory.” *Re-Introducing Science Sculpting the Image of Science*, 151.
- Sandler, Ben-Zion. 1999. *Robotics: Designing the Mechanisms for Automated Machinery*. Academic Press.
- Schweitzer, Gerhard. 2003. “Robotics-Chances and Challenges of a Key Science.” In *17th International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2003)*, Sao Paulo, Brasil.