

BRAIN TO BRAIN COMMUNICATION DALAM PERSPEKTIF ISLAM DAN SAINS: TINJAUAN ETIKA SOSIAL

Widha Putrie Saharani¹, Nurul Aulia², Nita Handayani³

^{1,2,3}Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Jl Marsda Adisucipto, Yogyakarta 55281

Email: ¹21106020038@uin-suka.ac.id, ²21106020013@uin-suka.ac.id, ³nita.handayani@uin-suka.ac.id

Abstrak. Manusia masih mengalami keterbatasan dalam berkomunikasi yang ditandai dengan kebutuhan media huruf dan suara sehingga memunculkan kebingungan dan kebiasaan informasi. Keterbatasan ini membutuhkan pengembangan teknologi yang mampu menangkap dan mentransmisikan informasi secara langsung dari otak satu ke otak lainnya. Awalnya pengembangan Brain-to-Brain Communication dilakukan untuk memfasilitasi komunikasi otak dengan komputer sehingga dapat dimanfaatkan untuk rehabilitasi saraf dan alat bantu manusia yang dapat dikendalikan melalui otak. Seiring berkembangnya waktu, teknologi ini merambah ke berbagai bidang seperti sebagai pengganti fungsi saraf yang hilang akibat kecelakaan (*replace*), memulihkan fungsi saraf yang mulai menghilang (*restore*), memperbaiki fungsi saraf (*improve*), meningkatkan fungsi saraf (*enhance*), dan menjadi alat penelitian yang berhubungan dengan fungsi otak. Pengembangan teknologi Brain-to-Brain Communication mulai mencoba untuk mengendalikan manusia, yang mana sebelumnya dikendalikan secara penuh oleh alam, Tuhan, takdir maupun kebetulan. Dalam perkembangan teknologi ini harus disertai dengan pertimbangan berbagai aspek, salah satunya dalam aspek Islam. Pengembangan teknologi ini dalam Islam dikhawatirkan mampu mendesain ulang manusia yang berpotensi mencederai hakikat Tuhan sebagai pencipta. Selain itu, pengembangan teknologi ini dikhawatirkan mampu melatarbelakangi lahirnya agama baru dengan daya tarik luas sehingga mampu mewujudkan keseragaman di dunia. Namun, apabila kebutuhan akan Brain-to-Brain Communication lebih besar dibandingkan dengan mudharat yang dihasilkan, maka Islam akan mengesampingkan larangan tersebut dengan tetap didampingi oleh kode komunitarian dalam Islam. Namun, tetap harus memperhatikan prinsip lainnya, yaitu kemajuan teknologi ini tidak boleh menimbulkan bahaya atau efek samping.

Kata kunci: *Brain-to-Brain Communication, Islam, Sains Medika, Ethical Issues*

Abstract. Humans still experience limitations in communication which is characterized by the need for letters and sound media, which gives rise to confusion and information habits. This limitation requires the development of technology that is able to capture and transmit information directly from one brain to another. Initially, the development of Brain-to-Brain Communication was carried out to facilitate brain communication with computers so that it could be used for nerve rehabilitation and human aids that can be controlled through the brain. Over time, this technology has penetrated into various fields such as replacing nerve functions lost due to accidents (*replace*), restoring nerve functions that have begun to disappear (*restore*), improving nerve function (*improve*), improving nerve function (*enhance*), and becoming a research tool related to brain function. The development of Brain-to-Brain Communication technology began to try to control humans, which were previously fully controlled by nature, God, destiny and chance. In the development of this technology, it must be accompanied by consideration of various aspects, one of which is in the Islamic aspect. The development of this technology in Islam is feared to be able to redesign humans which has the potential to hurt the essence of God as a creator. In addition, the development of this technology is feared to be able to provide a background for the birth of a new religion with wide appeal so that it can realize uniformity in the world. However, if the need for Brain-to-Brain Communication is greater than the harm produced, then Islam will override the prohibition while still being accompanied by the communitarian code in Islam. However, it is still necessary to pay attention to another principle, namely that this technological advancement must not cause danger or side effects.

Keywords: *Brain-to-Brain Communication, Islam, Medical Sciences, Ethical Issues*

PENDAHULUAN

Perangkat interaksi langsung otak ke otak berawal sebagai sebuah perangkat yang mampu menjembatani komunikasi antara otak dengan komputer. Perangkat ini kemudian dikenal sebagai antarmuka otak-komputer atau *brain computer interface* (BCI). Pengembangan awalnya ditujukan untuk menjadi alat rehabilitasi saraf dan alat pembantu kebutuhan manusia yang dapat dikendalikan secara langsung oleh otak (Saha et al., 2021). Namun, seiring berkembangnya zaman BCI merambah ke berbagai bidang aplikasi berdasarkan *European Commission* dalam *roadmap* proyek *Brain/Neural Computer Interaction* (BNCI) dimana menggantikan fungsi saraf yang hilang akibat kecelakaan (*replace*), memulihkan fungsi saraf yang mulai menghilang (*restore*), memperbaiki fungsi saraf (*improve*), meningkatkan fungsi saraf (*enhance*), dan menjadi alat penelitian yang berhubungan dengan fungsi otak (Müller-Putz et al., 2015).

Pada tahun 1973, H. Berger menjadi peneliti pertama yang mampu melakukan perekaman aktivitas otak pada manusia menggunakan *electroencephalography* (EEG) dan kemudian dikenal sebagai penemu teknik non-invasif dalam perekaman aktivitas otak (Jacks & Miller, 2003; Kawala-Sterniuk et al., 2021). Kemudian, J. J. Vidal menjadi peneliti pertama yang secara sistematis menggunakan EEG untuk merekam aktivitas kelistrikan yang ada di area *cerebral cortex* otak pada *intact skull* (Vidal, 1973). Perkembangan terus terjadi dari tahun 1920-an dimana interaksi otak-komputer semakin kompleks hingga tahun 2014, Grau et al. (2014) mampu membangun sistem komunikasi antar otak manusia yang dimediasi oleh internet dengan menggunakan EEG untuk merekam aktivitas otak dan *transcranial magnetic stimulation* (TMS) untuk mentransfer informasi yang direkam oleh EEG. Penyempurnaan dilakukan oleh Stocco et al. (2015) dengan menciptakan suatu komunikasi langsung otak ke otak secara interaktif dengan mendesain permainan tanya jawab antara dua orang. Konsep komunikasi Stocco et al. (2015) diadaptasi dan dikembangkan oleh Jiang et al. (2019) sehingga dapat terjadi komunikasi interaktif-kolaboratif dalam penyelesaian masalah di suatu permainan.

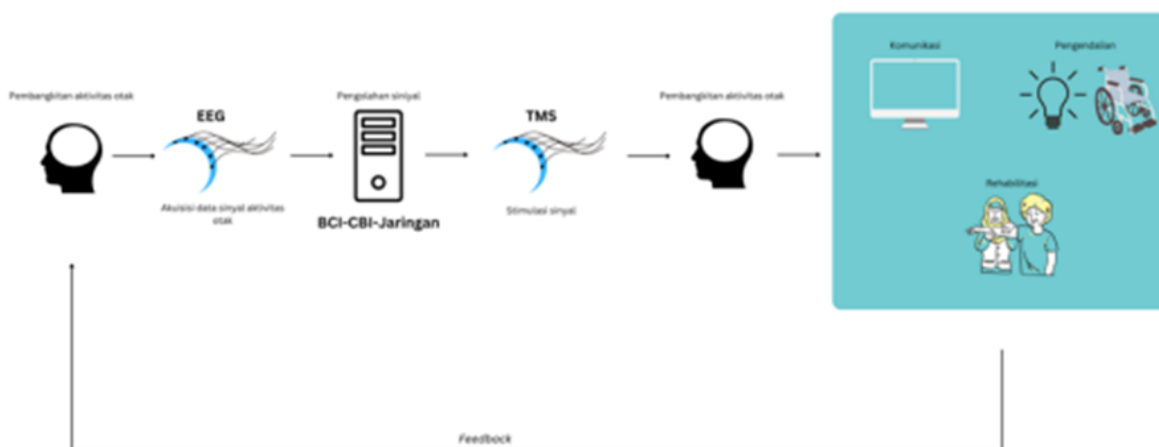
Kemajuan paling mutakhir teknologi komunikasi antar otak yang telah dilakukan hanya terbatas pada komunikasi interaktif-kolaboratif biner dan belum cukup mampu untuk merekam serta mengirimkan informasi yang kompleks. Selain itu, dengan desain komunikasi yang berposisi penerima informasi satu orang sementara pengirim informasi dua orang, sang penerima informasi tidak dapat mengidentifikasi siapakah di antara pengirim informasi tersebut yang mentransfer informasi. Riset kedepannya terbuka peluang dan tantangan dalam kemajuan teknologi komunikasi langsung otak ke otak yang dapat merekam dan mengirimkan informasi yang abstrak dari aktivitas otak sekaligus pengembangan sistem *self-control* atas perekaman dan pengiriman informasinya (Hildt, 2019; Nam et al., 2021).

Dalam pandangan Islam, seorang Muslim dituntut untuk terus berkembang dan belajar tak terkecuali tentang sains dan teknologi. Aktivitas belajar merupakan bagian dari keimanan, pengembangan sains dan teknologi dapat menyediakan kebermanfaatannya yang luar biasa, sehingga dapat membantu umat Muslim untuk mengamalkan tugasnya sebagai khalifah dan wakil Allah SWT di bumi. Perkembangan kemajuan teknologi dapat menggantikan alam, Tuhan, takdir, maupun kebetulan untuk mengendalikan manusia. Oleh karena itu, perkembangan teknologi ini perlu didekati dari berbagai aspek, salah satunya aspek keislaman. Dalam Islam, perkembangan teknologi ini dikhawatirkan mampu melakukan *re-create* terhadap manusia yang dapat mengganggu kesucian hakikat Tuhan sebagai pencipta. Perkembangan teknologi ini dikhawatirkan mampu mendorong terciptanya agama baru dengan iming-iming yang lebih luas, sehingga dapat mewujudkan keseragaman agama di dunia (Iqbal & Mabud, 2021).

Pengendalian atas kemajuan neurosains dan neuroteknologi cukup sulit untuk dilakukan karena terdapat berbagai faktor yang menyertainya, yaitu minat ilmuwan, sumber pendanaan, dan kebutuhan pemakainya. Terlepas dari kajian mengenai teknis *Brain-to-Brain-Interface*, kajian mengenai etik perlu diperhatikan dan dipertimbangkan. Masyarakat perlu mengembangkan kerangka etika untuk menyikapi kemajuan sains dan teknologi, yang dikenal sebagai *neuroethics*. Agama Islam juga perlu untuk mengembangkan kerangka *neuroethics* karena adanya perkembangan sains dan teknologi, yang pengaplikasiannya harus masuk ke dalam tubuh manusia, yang memiliki dampak terhadap etika dan keagamaan Islam (Al-Delaimy, 2012). Meskipun kemajuan neurosains dan neuroteknologi ini belum memiliki probabilitas yang cukup untuk dikomersialkan, hal-hal penting terkait etik dari kemajuan teknologi perlu dikaji agar tantangan-tantangan yang akan muncul di masa depan dapat diatasi, sehingga potensi negatif dari perkembangan neurosains dan neuroteknologi dapat dicegah dan ditanggulangi (Noorfuad, 2022). Dengan demikian, penelitian ini akan mengkaji dan menganalisis lebih dalam mengenai isu-isu tentang *social ethics* dalam pengembangan teknologi *Brain-to-Brain Interface* (BBI) serta pandangan Islam terkait etika pada teknologi implantasi *chip* ke dalam otak (*neuroethics*).

CARA KERJA BRAIN TO BRAIN COMMUNICATION

Desain dan komponen dari *Brain-to-Brain Communication* diilustrasikan dalam gambar 1 berikut.

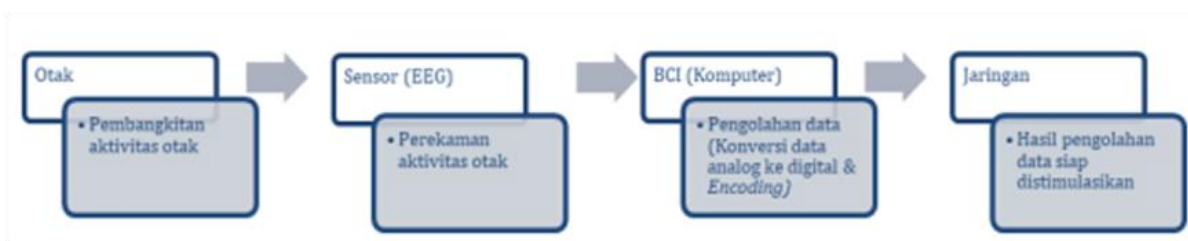


Gambar 1 Desain dan komponen dari *Brain-to-Brain Communication*

Sedangkan cara kerja dari *Brain-to-Brain Communication* terbagi menjadi dua fase. Adapun penjelasan masing-masing fase yaitu sebagai berikut:

a. Fase 1

Fase ini dimulai dari pembangkitan aktivitas otak dengan melakukan aktivitas berpikir untuk menghasilkan sebuah pesan dalam bentuk sinyal-sinyal listrik dalam otak. Pembangkitan ini dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal misalnya permainan atau pertanyaan. Hasil pembangkitan tersebut kemudian diakuisisi dengan menggunakan sensor EEG, sehingga data aktivitas kelistrikan otak dapat dideteksi dan direkam untuk kemudian diolah. Data terekam diolah oleh komputer dengan pengonversian data dan pengodean (*encoding*) data agar maksud dari pengirim data informasi dapat teridentifikasi. Pengonversian dilakukan karena hasil perekaman data berupa data analog, sehingga perlu diubah menjadi data digital agar dapat diproses melalui komputer dan jaringan. Data digital ini lantas dikode sedemikian rupa agar pola kelistrikan saraf pada otak, yang memuat informasi tertentu, dapat tersampaikan ketika distimulasikan ke otak lain. Hasil pengolahan data dikirim melalui jaringan internet (Bernal et al., 2021). Fase 1 diilustrasikan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Fase 1 *Brain-to-Brain Communication*

b. Fase 2

Fase ini dimulai dari pengunduhan data terolah yang telah terkode yang dikirim melalui jaringan internet. Data terkode tersebut lantas diterjemahkan (*decoding*) menjadi pola-pola pengkabelan saraf dalam bentuk data digital. Setelah di-*decoding*, data digital dikonversi menjadi data analog untuk kemudian distimulasikan pada otak oleh TMS sehingga data yang memuat informasi dari pengirim dapat dipahami oleh penerima dan nantinya menjadi suatu bentuk aksi di dunia nyata (Bernal et al., 2021). Gambar 3 dibawah ini menggambarkan dari fase 2 dalam *Brain-to-Brain Communication*.



Gambar 3 Fase 2 *Brain-to-Brain Communication*

ISU SOSIAL ETHICS DALAM BRAIN TO BRAIN COMMUNICATION

Sistem Saraf manusia terbagi atas dua, yaitu sistem saraf tepi dan sistem saraf pusat. Sistem saraf tepi merupakan sistem saraf dalam tubuh manusia yang menghubungkan sistem saraf pusat dengan berbagai organ atau bagian dalam tubuh. Sistem saraf tepi mengatur skema homeostatis internal (dalam tubuh manusia) yang meliputi sistem saraf otonom, modulasi respirasi, detak jantung, tekanan darah, reproduksi pencernaan, serta respon imun. Selain itu, Sistem saraf tepi juga mengendalikan inervasi pada otot-otot yang ada di sekitar sistem indera, sehingga sistem saraf tepi sangat berperan penting dalam mengontrol beberapa aktivitas sistem indera, seperti berbicara, melihat, serta menghirup.

Brain-to-Brain Communication merupakan salah satu kemajuan teknologi yang memfasilitasi adanya komunikasi antara dua otak manusia tanpa melibatkan sistem saraf tepi dan hanya melibatkan sistem saraf pusat (SSP). Dengan demikian, *Brain-to-Brain Communication* memungkinkan terciptanya sebuah komunikasi antara dua otak tanpa melibatkan sistem indera, namun informasi yang akan dibutuhkan dalam komunikasi tersebut tetap tersampaikan dengan baik tanpa melibatkan sistem indera. Dalam awal pengembangannya, *Brain-to-Brain-Interface* hanya memungkinkan adanya komunikasi antara dua otak manusia tanpa melibatkan sistem saraf tepi. Namun, baru-baru ini terdapat inovasi perkembangan *Brain-to-Brain Communication* yang memungkinkan komunikasi dengan melibatkan tiga otak manusia secara langsung atau yang disebut dengan *Brain-to-Brain Communication multi-person non-invasive direct*. Perkembangan ini disebut dengan *BrainNet*. Berbicara mengenai koneksi antar otak dari individu yang berbeda, pasti tidak lepas dari persoalan *social ethics*. Isu-isu seputar *social ethics* yang berkaitan mengenai keamanan, agensi, kontrol bersama, akuntabilitas, privasi, identitas, konsep diri, dan perluasan pemikiran (Burwell et al., 2017; Cinel et al., 2019; Fenton & Alpert, 2008; Hildt, 2015; Pais-Vieira & Pais-Vieira, 2018; Steinert & Friedrich, 2019; Trimper et al., 2014)

Brain-to-Brain Communication multi-person non-invasive direct melibatkan persoalan *ethical social* yang lebih kompleks, dikarenakan melibatkan lebih banyak individu. Selain itu, setiap peserta yang terlibat dalam *Brain-to-Brain Communication multi-person non-invasive direct* akan berperan sebagai pengirim sekaligus penerima. Peran yang kompleks ini akan menjadi salah satu aspek yang menyebabkan arus informasi yang dihasilkan oleh *Brain-to-Brain Communication multi-person non-invasive direct* akan sulit dipahami. Dengan demikian, untuk dapat menerima dan memahami arus informasi yang dihasilkan ini membutuhkan suatu kemampuan untuk menegosiasikan serta komitmen akan pemahaman bersama (Dingemans, 2017). Kemampuan tersebut akan memengaruhi konsep diri serta identitas dari peserta *Brain-to-Brain Communication multi-person non-invasive direct*. Selain itu, BBI *multi-person non-invasive direct* juga berpotensi untuk mengusik privasi peserta. Potensi ini akan terjadi apabila ada informasi yang dihasilkan dari *Brain-to-Brain Communication multi-person non-invasive direct* yang didistribusikan secara ilegal tanpa persetujuan dari individu atau peserta yang terlibat langsung dalam *Brain-to-Brain Communication multi-person non-invasive direct* ini. Satu hal yang perlu menjadi perhatian khusus dari peserta yaitu tentang persetujuan atau ketersediaan untuk memberikan informasi. Persetujuan atau ketersediaan tersebut meliputi kesadaran sepenuhnya dari peserta tentang jenis sinyal yang direkam, dikumpulkan, ditransfer, diterima, serta aspek apa saja yang berkaitan dengan implikasinya. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk memperkecil potensi risiko mengenai privasi peserta adalah dengan membatasi fungsi dari *Brain-to-Brain Communication multi-person non-invasive direct* itu sendiri dengan menggunakan sinyal biner. Untuk beberapa alasan atau fungsi penggunaan yang rentan mengusik privasi seseorang dapat diterapkan pembatasan volatilitas dan spektrum yang digunakan.

Solusi lain yang dapat ditawarkan adalah dengan penciptaan suatu regulasi yang mengatur hak atas privasi otak. Hak tersebut bertujuan untuk melindungi individu yang menjadi peserta *Brain-to-Brain Communication multi-person non-invasive direct* dari akses ilegal terhadap informasi dalam otak dan mencegah adanya kebocoran data (Lenca & Andorno, 2017). Regulasi ini dapat melindungi informasi yang didapatkan dari otak sebagai suatu informasi yang dapat diidentifikasi secara pribadi. Terkait proteksi akan ketidaksadaran peserta BBI *multi-person non-invasive direct* memberikan informasi, masih diperlukan kajian lebih lanjut yang berkaitan dengan peningkatan

fungsi kesadaran otak terhadap otonomi dan privasi untuk bersikap transparan mengenai jenis data yang direkam, dikumpulkan, ditransfer, diterima, serta aspek apa saja yang berkaitan dengan implikasinya.

Selain itu, proses transfer sinyal pada *Brain-to-Brain Communication* akan mempengaruhi kemampuan pengaturan saraf manusia yang menyebabkan risiko stimulasi pada setiap individu. Risiko ini dipengaruhi teknologi yang digunakan, jenis sinyal yang ditransfer, dan jenis jaringan. Penerapan *Brain-to-Brain Communication* akan menghadapi banyak tantangan, seperti banyaknya ketidakpastian serta kredibilitas dari data *input* yang diterima. Tantangan ini tentu saja menjadi suatu persoalan sendiri terlepas dari adanya kemungkinan *hoax* dan peretasan otak (Lenca & Haselager, 2016).

ISU ISLAMIC ETHICS DALAM BRAIN TO BRAIN COMMUNICATION

Dalam Islam, pikiran merupakan suatu hal yang sangat privasi. Islam telah menjelaskan bahwa pemikiran merupakan hubungan antara Allah dengan hambanya, tanpa melibatkan objek atau pihak ketiga. Pemikiran dari setiap hamba atau individu ini seharusnya hanya diketahui oleh Allah SWT sebagaimana yang dituliskan dalam Q.S Al-Anbiya ayat 110, yaitu sebagai berikut:

إِنَّهُ يَعْلَمُ الْجَهْرَ مِنَ الْقَوْلِ وَيَعْلَمُ مَا تَكْتُمُونَ

Artinya: "Sungguh, Dia (Allah) mengetahui perkataan (yang kamu ucapkan) dengan terang-terangan dan mengetahui (pula) apa yang kamu rahasiakan."

Pemikiran menjadi hal yang seharusnya dirahasiakan oleh setiap individu, individu yang lain tidak berhak mengetahui pemikiran tersebut atau bahkan mempublikasikan pemikiran tersebut dalam bentuk fisik, tulisan, audio maupun visual. Islam sangat melindungi privasi dari setiap hambanya, demikian halnya dengan pemikiran. Pemikiran dalam Islam dipandang sebagai sesuatu yang harus dilindungi dan dijaga kesuciannya. Dalam hal yang sangat kecil pun, Islam sangat melindungi privasi dari setiap hambanya. Seperti salah satu ajaran dalam Islam yang melarang umatnya untuk mengintip ke dalam rumah orang lain saat bertamu maupun saat melewati rumah orang lain. Hal itu dilarang dalam Islam karena dapat mengganggu privasi dari umat Islam. Mengintip rumah orang lain tentunya menjadi hal yang sangat kecil jika dibandingkan "mengintip" pemikiran orang lain atau mengetahui pikiran orang lain, terutama melalui *Brain-to-Brain Communication* ini. Privasi dalam hal pemikiran tentu saja menjadi suatu hal yang lebih kompleks, karena pemikiran yang dilakukan dalam kesadaran sepenuhnya dapat menentukan tingkah laku setiap individu, baik tingkah laku positif maupun negatif. Tingkah laku ini yang nantinya menjadi penentu apakah individu tersebut melakukan dosa atau tidak. Umat Islam tidak dibatasi untuk melakukan pemikiran. Islam juga tidak melakukan *claim* terhadap pemikiran hambanya untuk mengategorikan apakah pemikiran tersebut termasuk sebagai dosa atau tidak, karena yang diperhitungkan dalam ajaran Islam adalah tingkah laku dari suatu *output* pemikiran individu, bukan pemikiran dari individu tersebut. *Brain-to-Brain Communication* tentu saja akan mengganggu privasi pemikiran dari setiap individu, karena hasil pemikiran ini nantinya akan direkam dan diketahui oleh individu yang lainnya.

Terdapat beberapa prinsip dalam Islam yang sesuai dengan perkembangan dari kemajuan teknologi futuristik seperti *Brain-to-Brain Communication* (Sachedina, 2009). Prinsip tersebut yaitu sebagai berikut:

- a. Kemajuan teknologi ini tidak boleh menimbulkan bahaya atau efek samping kepada individu yang nantinya berperan sebagai pengguna kemajuan teknologi ini.
- b. Adanya kebutuhan mengesampingkan larangan.
- c. Adanya konsultasi atau permusyawaratan yang dalam Islam dikenal sebagai Syura.

Perkembangan *Brain-to-Brain Communication* ini merupakan suatu kemajuan teknologi yang melanggar kode etik Muslim, karena telah mengusik privasi dari setiap individu. Pernyataan ini merupakan pernyataan yang sulit dibantah. Kemajuan teknologi ini perlu dilakukan Ijtihad terlebih dahulu sebelum diputuskan aman untuk diaplikasikan. Melalui Ijtihad, pemuka agama dapat menentukan keputusan apakah kemajuan teknologi tersebut dapat diaplikasikan atau tidak. Pemuka agama yang melakukan Ijtihad akan dibantu oleh para ahli sains dan medis, sehingga keputusan yang dihasilkan dapat sesuai dengan Yuridis Islam serta dapat sesuai dengan data ilmiah yang faktual. Keputusan yang dihasilkan dalam Ijtihad ini bukanlah suatu keputusan yang bersifat final, tetapi masih dapat diperdebatkan berdasarkan bukti serta teknologi yang lebih baru dan relevan.

Dalam Islam, banyak hal yang semula tidak diperbolehkan namun setelah melalui serangkaian prosedur menjadi diperbolehkan karena manfaat yang dihasilkan dari kemajuan teknologi tersebut lebih besar daripada mudharatnya. Hal ini bersesuaian dengan prinsip kedua bahwa kebutuhan akan mengesampingkan larangan. Salah satu contohnya adalah pada pengembangan teknologi *Brain-to-Brain Communication*. Aplikasi nyata dari teknologi ini masih belum ditemukan karena masih dalam tahap pengembangan. Namun, saat ini terdapat teknologi *Neuralink* yang sudah diaplikasikan dalam dunia nyata. *Neuralink* ini bersinggungan secara langsung dengan *Brain-to-Brain-Communication* karena keduanya memanfaatkan konsep *Brain Computer Interface*. Salah satu manfaat dari *Neuralink* yaitu dalam bidang medis. Teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk membantu pasien yang

memiliki gangguan saraf seperti epilepsi, parkinson, hingga kelumpuhan total (Abdjul et al., 2023). Dengan teknologi ini, pasien tersebut dapat berkomunikasi dan beraktivitas, sehingga dapat meningkatkan kualitas hidupnya. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi *Brain-to-Brain Communication* selaras dengan prinsip-prinsip Islam dan mengutamakan kemaslahatan manusia.

Penerapan *Brain-to-Brain Communication* dalam kehidupan tentu saja dapat mengganggu privasi bahkan kesucian dari pemikiran individu. *Brain-to-Brain Communication* juga akan memengaruhi keputusan tentang tingkah laku suatu individu. Namun, apabila kebutuhan akan *Brain-to-Brain Communication* tersebut lebih besar dibandingkan dengan mudharat yang dihasilkannya, maka Islam akan mengesampingkan larangan tersebut dengan tetap didampingi oleh kode komunitarian dalam Islam. Namun, prinsip pertama, tetap harus diperhatikan. Seperti yang kita tahu bahwa seluruh ciptaan Allah memiliki keseimbangan serta komponen yang sangat kompleks dan rumit. Perubahan terhadap satu komponen dapat memengaruhi komponen yang lain dan berdampak pada keseimbangan. *Brain-to-Brain Communication* dapat menjadi teknologi yang berpotensi mengubah salah satu komponen tersebut, sehingga dapat mengganggu komponen lain yang dapat berdampak pada keseimbangan dalam otak. Gangguan keseimbangan tersebut dapat menimbulkan suatu konsekuensi. *Brain-to-Brain Communication* akan merekam informasi yang didapatkan dari otak, sehingga *Brain-to-Brain Communication* memungkinkan untuk menciptakan informasi tersebut sebagai sesuatu yang tidak dapat dihapus ataupun dilupakan. Apabila dikaji dari aspek psikologis, seseorang akan berlarut-larut memikirkan kejadian negatif yang pernah terjadi dalam kehidupannya hingga seseorang lupa akan kejadian tersebut. Lalu, bagaimana seseorang akan berhenti memikirkan kejadian tersebut jika ingatannya menjadi sesuatu yang tidak dapat dihapus. Hal tersebut tentu saja menjadi sebuah mudharat yang sangat kompleks apabila berkaitan dengan trauma yang mendalam atau pengalaman yang menyedihkan dari setiap individu. Kajian akan aspek-aspek ini tentu sangat berguna dalam mempertimbangkan kemajuan teknologi futuristik, salah satunya dalam penerapan *Brain-to-Brain Communication*.

KESIMPULAN

Tantangan etika sosial dalam kemajuan teknologi seperti BBI memang harus dikaji, khususnya yang berkaitan dengan privasi pemikiran individu. Kajian ini menjadi langkah awal yang penting dalam perkembangan teknologi futuristik. Dalam Islam, beberapa ajaran yang semula tidak diperbolehkan dapat menjadi diperbolehkan dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip seperti teknologi tidak boleh membahayakan, kebutuhan dapat mengesampingkan larangan, dan adanya permusyawaratan atau syura. Kajian etika dalam perkembangan BBI ini penting untuk dilakukan, sehingga dapat memaksimalkan manfaatnya dan meminimalisir mudharatnya. Untuk mencapai hal tersebut maka dibutuhkan kolaborasi dari berbagai interdisipliner. Kajian ini sebaiknya dilakukan sebelum BBI diterapkan dalam kehidupan, sehingga dapat diprediksi tantangan apa yang akan ditimbulkan dan bagaimana untuk solusinya. Dengan demikian, teknologi implantasi *chip* ke dalam otak (*neuroethics*) dapat dilakukan jika terdapat manfaat yang lebih besar daripada mudharatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdjul, A. P., Ahmad, W. S., Matswaya, R. A., & Rahma, F. (2023). Neuralink: Dampak, Tantangan, dan Potensi di Masa Depan. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Matematika (SEMIOTIKA)*, 2(1), 8–15. <https://journal.itk.ac.id/index.php/semiotika/article/view/937>
- Al-Delaimy, W. K. (2012). Ethical Concepts and Future Challenges of Neuroimaging: An Islamic Perspective. *Science and Engineering Ethics*, 18(3), 509–518. <https://doi.org/10.1007/s11948-012-9386-3>
- Bernal, S. L., Celdran, A. H., Perez, G. M., Barros, M. T., & Balasubramaniam, S. (2021). Security in Brain-Computer Interfaces: State-of-the-Art, Opportunities, and Future Challenges. *ACM Computing Surveys*, 54(1), 1–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3427376>
- Burwell, S., Sample, M., & Racine, E. (2017). Ethical Aspects of Brain Computer Interfaces: A Scoping Review. *BMC Med. Ethics*, 18(60), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12910-017-0220-y>
- Cinel, C., Valeriani, D., & Poli, R. (2019). Neurotechnologies for Human Cognitive Augmentation: Current State of the Art and Future Prospects. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13(13). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00013>
- Dingemans, M. (2017). *Brain-to-Brain Interfaces and the Role of Language in Distributing Agency*, in *Distributed Agency*. Oxford University Press.
- Fenton, A., & Alpert, S. (2008). Extending Our View on Using BCIs for Locked-in Syndrome. *Neuroethics*, 1, 119–132. <https://doi.org/10.1007/s12152-008-9014-8>
- Grau, C., Ginhoux, R., Riera, A., Nguyen, T. L., Chauvat, H., Berg, M., Amengual, J. L., Pascual-Leone, A., & Ruffini, G. (2014). Conscious Brain-to-Brain Communication in Humans Using Non-Invasive Technologies. *Plos One*, 9(8), 1–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105225>
- Hildt, E. (2015). What Will this do to Me and My Brain? Ethical Issues in Brain-to-Brain Interfacing. *Frontiers Ins Systems*

- Neuroscience*, 9(17). <https://doi.org/10.3389/fnsys.2015.00017>
- Hildt, E. (2019). Multi-Person Brain-To-Brain Interfaces: Ethical Issues. *Frontiers in Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01177>
- Iqbal, A., & Mabud, S. A. (2021). The Challenge of the Fourth Industrial Revolution in an Islamic System of Governance. *The Journal of Islamic Governance*, 6(1).
- Jacks, A. S., & Miller, N. R. (2003). Spontaneous Retinal Venous Pulsation: Aetiology and Significance. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, 74(1), 7–9. <https://doi.org/10.1136/jnnp.74.1.7>
- Jiang, L., Stocco, A., Losey, D. M., Abernethy, J. A., Prat, C. S., & Rao, R. P. N. (2019). BrainNet: A Multi-Person Brain-to-Brain Interface for Direct Collaboration Between Brains. *Scientific Reports*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41895-7>
- Kawala-Sterniuk, A., Browarska, N., Al-Bakri, A., Pelc, M., Zygarlicki, J., Sidikova, M., Martinek, R., & Gorzelanczyk, E. J. (2021). Summary of Over Fifty Years with Brain-Computer Interfaces-A Review. *Brain Sciences*, 11(1), 1–41. <https://doi.org/10.3390/brainsci11010043>
- Lenca, M., & Andorno, R. (2017). Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society, and Policy*, 13, 1–27. <https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1>
- Lenca, M., & Haselager, P. (2016). Lenca, M., and Haselager, P. (2016). Hacking the brain: brain-computer interfacing technology and the ethics of neurosecurity. *Ethics and Information Technology*, 18, 117–129. <https://doi.org/10.1007/s10676-016-9398-9>
- Müller-Putz, G. R., Brunner, C., Bauernfeind, G., Blefari, M. L., del R. Millan, J., Real, R., Kübler, A., Mattia, D., Ramsey, N., Blankertz, B., Reuderink, B., Birbaumer, N., Salomon, P., van Steensel, M., Soekader, S., Pichiorri, F., de Pobes, A., Schettini, F., Höhne, J., ... Opisso, E. (2015). *The Future of Brain/Neural Computer Interaction: Horizon 2020*. <https://doi.org/10.3217/978-3-85125-379-5>
- Nam, C. S., Traylor, Z., Chen, M., Jiang, X., Feng, W., & Chhatbar, P. Y. (2021). Direct Communication Between Brains: A Systematic PRISMA Review of Brain-To-Brain Interface. *Frontiers in Neurobotics*, 15. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2021.656943>
- Noorfuad, N. (2022). Mapping Out the Trajectory of Islamic Perspectives on Neuroethics. *Asian Bioethics Review*, 14(3), 217–223.
- Pais-Vieira, M. S., & Pais-Vieira, C. F. D. S. (2018). *Prevention of Corruption and Related Infractions Associated with the Use of Brain-Machine Interfaces*. Premio CPC Ciencia.
- Sachedina, A. (2009). *Islamic Biomedical Ethics: Principles and Applications*. Oxford University Press.
- Saha, S., Mamun, K. A., Ahmed, K., Mostafa, R., Naik, G. R., Darvishi, S., Khandoker, A. H., & Baumert, M. (2021). Progress in Brain Computer Interface: Challenges and Opportunities. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 15, 1–20. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2021.578875>
- Steinert, S., & Friedrich, O. (2019). Wired Emotions: Ethical Issues of Affective Brain-Computer Interfaces. *Science and Engineering Ethics*, 26(1), 351–367. <https://doi.org/10.1007/s11948-019-00087-2>
- Stocco, A., Prat, C. S., Losey, D. M., Cronin, J. A., Wu, J., Abernethy, J. A., & Rao, R. P. N. (2015). Playing 20 Questions with the Mind: Collaborative Problem Solving by Humans Using A Brain-to-Brain Interface. *Plos One*, 10(19), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137303>
- Trimper, J. B., Wolpe, P. R., & Rommelfanger, K. S. (2014). When “I” Becomes “We”: Ethical Implications of Emerging Brain-to-Brain Interfacing Technologies. *Frontiers in Neuroengineering*, 7(4). <https://doi.org/10.3389/fneng.2014.00004>
- Vidal, J. J. (1973). Toward Direct Brain-Computer Communication. *Annual Review of Biophysics and Bioengineering*, 2(1), 157–180. <https://doi.org/10.1146/annurev.bb.02.060173.001105>