

APLIKASI BLOCKCHAIN DAN SMART CONTRACT UNTUK Mendukung SUPPLY CHAIN FINANCE UMKM BERBASIS CROWDFUNDING SYARIAH

Achmad Bahauddin[†]

Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon

Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon, Banten 42435

E-mail: achmadbahauddin@gmail.com

ABSTRAK

Rantai pasok finansial (*Supply Chain Finance/SCF*) merupakan topik baru dalam penelitian manajemen rantai pasok (*Supply Chain Management*). SCF bertujuan melakukan diversifikasi sumber pendanaan dari perusahaan dengan modal terbatas dan meningkatkan efisiensi keuangan seluruh jaringan rantai pasok perusahaan. SCF telah menjadi sumber pendanaan jangka pendek bagi ribuan usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM). Penelitian tentang SCF yang ada sekarang ini masih menggunakan framework keuangan konvensional dan belum ada penelitian SCF yang menggunakan framework keuangan Islam. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan framework dan system SCF berdasarkan prinsip-prinsip syariah Islam berupa platform *crowdfunding* syariah dengan menggunakan teknologi *blockchain* dan *smart contract*. Rancangan system yang dihasilkan pada penelitian ini menggunakan *smart contract* yang dijalankan menggunakan protocol Ethereum untuk mencegah adanya penipuan/penggelapan dan meningkatkan system keamanan dari platform yang dirancang, sesuai dengan karakteristik *blockchain* yang sangat sulit di-hack.

Kata Kunci: Blockchain, Smart Contract, Supply Chain Finance, Crowdfunding Syariah

1. PENDAHULUAN

Dalam manajemen rantai pasok perusahaan termasuk juga usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM), ada 3 aliran yang harus dikoordinasikan dan diintegrasikan. Ketiga aliran tersebut adalah aliran material, informasi dan finansial. Studi-studi dan penelitian tentang manajemen rantai pasok yang ada sekarang ini lebih banyak fokus pada bagaimana mengoptimalkan aliran material dan informasi. Hanya sedikit penelitian yang membahas tentang aliran finansial dalam manajemen rantai pasok perusahaan (Wuttke, Blome, & Henke, 2013). Krisis ekonomi global tahun 2008 menyadarkan banyak perusahaan untuk memperhatikan rantai pasokan modal kerja perusahaan mereka untuk menjaga likuiditas modal perusahaan. Perusahaan mulai menyadari keuntungan mengatur aliran finansial dengan cara berkolaborasi dengan perusahaan dalam jaringan rantai pasok mereka atau dengan institusi finansial yang menjadi partner mereka. Perusahaan juga mulai mencari metode baru untuk memperkuat rantai pasokan finansial (*financial supply chain*) perusahaan mereka. Beberapa literature mulai membahas tentang area baru dalam penelitian yang diberi label Manajemen Rantai Pasok Finansial (*Financial Supply Chain Management/FSCM*) dan Rantai Pasok Finansial (*Supply Chain Finance/SCF*). Walaupun kedua istilah ini mempunyai definisi yang berbeda, tetapi saat ini kedua istilah ini dapat saling menggantikan dengan istilah *Supply Chain Finance (SCF)* yang paling banyak digunakan (Gelsomino, Mangiaracina,

Perego, & Tumino, 2016). Terdapat banyak definisi terkait SCF yang dikemukakan para ahli sebagaimana dikemukakan dalam penelitian Gelsomino et al. (2016). Salah satu definisi terbaru dari SCF adalah definisi yang dikemukakan oleh More and Basu (2013) dimana beliau mendefinisikan SCF sebagai “proses mengatur, merencanakan dan mengontrol semua aktivitas transaksi dan proses yang berkaitan dengan *cash flow* diantara stakeholder rantai pasok dalam rangka meningkatkan modal kerja perusahaan”.

Gelsomino et al. (2016) mengemukakan bahwa SCF merupakan konsep baru dan termasuk masalah yang kompleks. Ada kebutuhan untuk mengembangkan teori umum dari SCF. Penelitian yang ada tentang SCF sekarang ini sangat jarang dari sisi praktis dan studi empiris tentang SCF juga masih sangat jarang. Sejauh yang penulis ketahui penelitian tentang SCF yang ada sekarang ini masih menggunakan framework keuangan konvensional dan belum ada penelitian SCF yang menggunakan framework keuangan Islam. Untuk itu penelitian ini bermaksud untuk mengembangkan framework SCF berdasarkan prinsip-prinsip syariah Islam sebagai salah satu alternative dengan menggunakan teknologi *blockchain* dan *smart contract*.

Gao, Fan, Fang, and Lim (2018) mengemukakan bahwa SCF bertujuan untuk melakukan diversifikasi sumber pendanaan dari perusahaan dengan modal terbatas dan meningkatkan efisiensi keuangan seluruh jaringan rantai pasok perusahaan. Hal ini dibuktikan di beberapa literature,

[†] Corresponding Author

SCF telah menjadi sumber pendanaan jangka pendek bagi ribuan usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) yang jumlahnya mencapai lebih dari 90% perusahaan dalam jaringan rantai pasok (Yan, Sun, Zhang, & Liu, 2016). Perusahaan-perusahaan UMKM ini memainkan peranan penting karena mereka bertindak sebagai supplier atau retailer dalam jaringan rantai pasok (Yan et al., 2016). Meskipun UMKM berperan penting dalam jaringan rantai pasok, sering kali UMKM mengalami kekurangan pendanaan untuk menjalankan bisnis mereka. UMKM dengan modal terbatas dalam suatu jaringan rantai pasok biasanya mengandalkan pinjaman dari dua sumber untuk menjalankan bisnisnya. Sumber eksternal berupa pendanaan kredit bank dan sumber internal berupa pendanaan kredit perdagangan. Pendanaan kredit bank mengacu pada perusahaan dalam jaringan rantai pasok yang mengakses pendanaan dari bank, sedangkan pendanaan kredit perdagangan mengacu pada perusahaan yang memperpanjang kreditnya ke perusahaan-perusahaan mitra yang ada dalam jaringan rantai pasok, baik mitra *upstream* maupun mitra *downstream* berupa dana hutang maupun dana piutang (Gao et al., 2018).

Di Indonesia, UMKM merupakan tulang punggung perekonomian Indonesia apabila ditinjau dari kontribusinya terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Sepanjang tahun 2019 kontribusi UMKM terhadap produk domestik bruto diproyeksi tumbuh 5 persen dengan total kontribusi mencapai 65 persen dari PDB nasional atau sekitar Rp2.394,5 triliun, dibandingkan dengan realisasi kontribusi UMKM terhadap PDB nasional tahun lalu yang mencapai 60,34 persen (Syarizka, 2019).

Salah satu kendala yang kerap terjadi dalam pengembangan sektor UMKM adalah kurangnya akses ke perbankan sebagai sumber modal. Merupakan fenomena global dimana bank secara umum enggan memberikan kredit kepada UMKM (Baas & Schrooten, 2006). Disisi lain, mitra *upstream* dan *downstream* UMKM dalam jaringan rantai pasok menilai rendah kelayakan kredit UMKM dan berisiko tinggi mengalami kebangkrutan karena modal usaha yang rendah atau tidak memiliki jaminan usaha. Untuk mengantisipasi risiko, mitra *upstream* dan *downstream* UMKM dalam jaringan rantai pasok seringkali menerapkan bunga yang tinggi untuk sumber pendanaan internal berupa kredit perdagangan. Untuk itulah diperlukan instrument alternative sebagai sumber pendanaan bagi UMKM guna memperkuat rantai pasokan finansial (SCF) nya sekaligus memperkuat posisi UMKM dalam jaringan rantai pasok perusahaan. Salah satu alternative skema pembiayaan untuk UMKM guna memperkuat rantai pasokan finansialnya dan sesuai dengan syariat Islam adalah *crowdfunding* syariah.

Crowdfunding adalah salah satu cara yang dilakukan oleh seseorang, organisasi atau perusahaan, untuk mendapatkan modal melalui media online (yang disebut dengan *crowdfunding* platform)

dalam rangka membiayai aktivitas mereka (Wahjono & Marina, 2015). Ada 2 model *crowdfunding*: model donasi dan model investasi. *Crowdfunding* model donasi terbagi menjadi dua: berbasis donasi dimana pemberi dana memberikan dananya tanpa mengharap kompensasi apapun dan berbasis reward dimana pemberi dana akan menerima reward sebagai apresiasi seperti ucapan terima kasih di cover album, tiket suatu acara, hadiah gratis dan sebagainya. *Crowdfunding* model investasi terbagi menjadi tiga: berbasis saham, berbasis pinjaman dan berbasis royalty. Pada *crowdfunding* berbasis saham, pemberi dana akan menerima saham kepemilikan atau pembagian keuntungan. Pada *crowdfunding* berbasis pinjaman, pemberi dana akan menerima pengembalian dana dengan penambahan bunga setelah waktu yang ditentukan terlampaui. Sedangkan pada *crowdfunding* berbasis royalty, pemberi dana akan menerima royalti dari hak cipta yang dihasilkan oleh penerima dana (Lutfi & Ismail, 2016).

Crowdfunding syariah adalah *crowdfunding* yang sesuai dengan aturan syariat Islam. Proyek dan produk yang ditawarkan untuk didanai harus halal dan diijinkan oleh syariat Islam. *Crowdfunding* syariah dapat berbasis investasi dengan akad musyarakah atau mudarabah antara pemilik proyek/pencari dana dengan pemberi dana. *Crowdfunding* syariah juga dapat berbasis pinjaman tanpa bunga. Pemberi dana akan menerima pengembalian dana tanpa ada penambahan bunga setelah waktu yang ditentukan terlampaui. *Crowdfunding* syariah dapat juga berbasis donasi dengan akad waqaf, infaq dan sadaqah.

Crowdfunding memiliki beberapa kelebihan karena dapat dijadikan sarana bagi pemilik proyek atau UMKM untuk mencari modal pembiayaan secara cepat yang tidak mungkin didapatkan dari perbankan. Selain itu juga *crowdfunding* memberikan keuntungan kepada para investor untuk memilih secara langsung proyek/UMKM mana yang akan dibiayai sesuai dengan minatnya dan investor datang dari seluruh penjuru dunia tanpa ada batasan wilayah. Meskipun memiliki beberapa kelebihan, *crowdfunding* juga memiliki beberapa kelemahan. Salah satu masalah utama dari *crowdfunding* adalah kasus penipuan. *Crowdfunding* online konvensional rentan terhadap penipuan karena reputasi pengamanan system online konvensional yang tidak bekerja dengan baik dan mudah di-hack. Beberapa permasalahan *crowdfunding* system online konvensional lain yang disoroti oleh peneliti adalah lamanya pengembalian dana kepada pemberi dana, hilangnya komunikasi penerima dana dengan pemberi dana setelah dana diberikan, dan pengembalian dana yang dijanjikan tidak sesuai jadwal dan bahkan tidak kembali seluruhnya kepada pemberi dana. Permasalahan-permasalahan ini harus diatasi dengan menerapkan teknologi yang menjamin tidak adanya penipuan dan keamanan dari platform online yang digunakan oleh *crowdfunding* dari para

hacker. *Blockchain* adalah teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan ini dengan menerapkan kontrak pintar (*smart contract*) pada platform *crowdfunding* yang digunakan. Dengan menerapkan *smart contract* pada platform *crowdfunding*, kita dapat membuat kontrak yang akan menahan dana investor sampai batas waktu yang ditentukan atau sampai kondisi tertentu yang ada dalam *smart contract* terpenuhi. Berdasarkan capaian dari pemilik proyek/UMKM, dana akan diberikan kepada pemilik proyek/UMKM atau dikembalikan kepada investor, menggunakan *smart contract* yang beroperasi di platform *crowdfunding* tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dapat dikategorikan sebagai penelitian rancangan sains (Von Alan, March, Park, & Ram, 2004) dengan focus penelitian pada *blockchain* sebagai solusi bagi permasalahan *crowdfunding* syariah guna memperkuat rantai pasok finansial (*supply chain finance*) bagi UMKM. Sesuai dengan metodologi penelitian rancangan sains, penelitian ini diawali dengan identifikasi dan deskripsi permasalahan praktis yang ada, penetapan tujuan dari solusi, perancangan dan pengembangan solusi (Peffer, Tuunanen, Rothenberger, & Chatterjee, 2007). Untuk tahapan setelah pengembangan solusi berupa simulasi, evaluasi dan komunikasi tidak tercakup dalam penelitian ini.

Untuk identifikasi dan deskripsi permasalahan, pada penelitian ini dilakukan dengan cara studi literatur dan wawancara dengan para ahli terkait dengan *crowdfunding*, *crowdfunding* syariah, dan aplikasi *blockchain* untuk *crowdfunding*. Untuk penetapan tujuan dari solusi yang akan dikembangkan yaitu bagaimana memanfaatkan teknologi *blockchain* menggunakan *smart contract* untuk menghilangkan permasalahan-permasalahan yang sering terjadi pada platform *crowdfunding* konvensional. Untuk proses simulasi, platform *crowdfunding* syariah berbasis *blockchain* yang kami rancang menggunakan Solidity untuk membuat *smart contract*, Metamask extension untuk user bisa berinteraksi dengan system dan e-wallet, dan web3.js untuk user bisa berinteraksi dengan Ethereum node yang digunakan dalam platform *crowdfunding* syariah ini. Untuk front-end platform *crowdfunding* syariah berbasis *blockchain* ini masih dalam tahap pengembangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil identifikasi terdapat empat stakeholder dalam *crowdfunding* syariah yaitu: pemohon dana (dapat berupa individu, organisasi, atau UMKM), pemberi dana, operator platform *crowdfunding* (dalam hal ini karena menggunakan teknologi *blockchain*, operator berupa *smart contract*/kontrak pintar), dan dewan syariah. Dewan

syariah berfungsi sebagai pengawas terutama untuk memastikan akad yang ada dalam platform *crowdfunding* berbasis *blockchain* sesuai dengan ketentuan-ketentuan syariah Islam yang nantinya akan di terjemahkan dalam bentuk *smart contract* atau kontrak pintar yang akan dieksekusi ketika ada transaksi yang terjadi dalam platform *crowdfunding*. Hasil perancangan dan pengembangan solusi berupa rancangan proses transaksi *crowdfunding* syariah berbasis *blockchain* dengan *smart contract* dapat dilihat pada Gambar 1. Algoritma dari proses transaksi tersebut adalah sebagai berikut:

- Pemilik proyek atau pencari dana (bisa berupa individu, organisasi atau UMKM) mensubmit proyek yang membutuhkan dana ke platform sesuai dengan akad yang diinginkan (akad donasi, pinjaman atau investasi) dan melakukan registrasi e-wallet di platform.
- Registrasi ini akan mengaktifkan *smart contract* yang ada didalam platform sesuai dengan akad yang dipilih.
- Platform akan menampilkan proyek yang baru disubmit dan menawarkan kepada investor yang sudah tergabung dalam platform.
- Investor yang tertarik dengan proyek yang ditawarkan akan memberikan dana dengan cara dikirim ke platform dan disimpan di *smart contract*.
- *Smart contract* secara otomatis akan mengirimkan dana dari investor ke e-wallet pemilik proyek jika ketentuan dan kondisi yang ada dalam *smart contract* terpenuhi. Jika kondisi dalam *smart contract* tidak terpenuhi maka dana yang ada dalam *smart contract* akan dikirimkan kembali ke e-wallet investor.
- Untuk pemilik proyek yang mengajukan pendanaan dengan akad pinjaman setelah melewati waktu tertentu maka harus melakukan pembayaran ke platform berupa modal awal dari investor sesuai dengan akad dan ketentuan yang ada di *smart contract*.
- Untuk pemilik proyek yang mengajukan pendanaan dengan akad investasi, setelah melewati waktu tertentu maka harus melakukan pembayaran ke platform berupa modal awal dari investor dan bagi hasil keuntungan sesuai dengan akad dan ketentuan yang ada di *smart contract*.
- *Smart contract* secara otomatis akan mengirimkan pembayaran dari pemilik proyek dengan akad investasi ke e-wallet investor jika kondisi dalam *smart contract* terpenuhi.
- Semua aktor/stakeholder yang terlibat dalam platform dapat melihat dan mengecek semua detail transaksi yang terjadi dalam platform secara transparan.
- Karena platform ini menggunakan teknologi *blockchain*, maka transaksi yang sudah di catatkan di system tidak dapat dirubah atau dihapus, sesuai dengan karakteristik *blockchain*.

Oleh karena platform *crowdfunding* syariah berbasis *blockchain* ini akan digunakan untuk mendukung SCF bagi UMKM dalam jaringan supply chain, maka rancangan proses transaksinya perlu dilakukan modifikasi dari rancangan proses transaksi yang bersifat umum. Pada penelitian ini, ada dua strategi dalam pendanaan jaringan supply chain (SCF) UMKM yang di rancang:

1. UMKM sebagai pencari dana bertindak sebagai retailer/pengecer yang kesulitan modal dan berada dalam tekanan keuangan, sedangkan produsen/manufaktur sebagai pembuat produk dalam kondisi memiliki modal yang cukup. Dengan demikian, UMKM sebagai retailer/pengecer mencari dana melalui platform *crowdfunding* syariah untuk memaksimalkan keuntungannya. Karena pinjaman dana yang diberikan melalui platform tidak dijamin dengan agunan, platform akan menilai kelayakan UMKM dalam mendapatkan pinjaman dana melalui rating yang diberikan oleh platform kepada UMKM berdasarkan rekam jejak selama UMKM tersebut menggunakan platform untuk mencari dana. Selanjutnya investor akan menilai kelayakan UMKM mendapatkan dana pinjaman dari rating yang diberikan oleh platform terhadap UMKM. Rancangan system SCF untuk strategi ini dapat dilihat pada Gambar 2.
2. UMKM sebagai retailer/pengecer memiliki modal yang cukup untuk membeli produk tetapi produsen/manufaktur memiliki kendala modal dalam proses produksinya. Untuk mengatasi kesulitan keuangan, produsen mengajukan pinjaman dana ke platform *crowdfunding* syariah. Rancangan system SCF untuk strategi ini dapat dilihat pada Gambar 3.

3.1. Implementasi *Smart Contract* untuk *Crowdfunding* Syariah

Aplikasi *smart contract* untuk *crowdfunding* syariah pada penelitian ini diimplementasikan dan diuji menggunakan Remix-Ethereum IDE (Integrated Development Environment), <http://remix.ethereum.org>. Remix IDE mempunyai banyak fitur yang memungkinkan untuk menguji dan men-debug *smart contract* sebelum menerapkannya. Selain itu, Remix IDE di lengkapi pen-debug bawaan dan memungkinkan dilakukan pengecekan berbagai transaksi untuk memastikan *smart contract* yang akan dijalankan sudah sesuai dengan yang diinginkan. *Smart contract* untuk *crowdfunding* syariah pada penelitian ini ditulis menggunakan Solidity yang merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh ethereum untuk menulis kode-kode pada *smart contract*.

Dalam *smart contract* yang dikembangkan untuk system *crowdfunding* syariah ini terdapat fungsi-fungsi untuk pemilik proyek/pencari dana (owner contract), pengajuan proyek, status dari proyek, pemberi dana (contributor), dan kondisi-

kondisi yang akan menyebabkan dana ditransfer dari *smart contract* ke pemilik proyek atau refund dana ke para contributor. Gambaran implementasi *smart contract* untuk *crowdfunding* syariah dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.

3.2. Analysis System

Blockchain merupakan teknologi yang masih baru dan hanya sedikit penelitian tentang aplikasi *blockchain* di platform *crowdfunding* apalagi untuk *crowdfunding* syariah. *Blockchain* dapat didenisikan sebagai sebuah model penyimpanan data yang terbuka, transparan, dan terdesentralisasi. Serangkaian kronologi transaksi dicatat dalam sebuah struktur yang disebut "block". Karena setiap block berisi nilai hash dari blok sebelumnya, blok-blok ini membentuk sebuah struktur rantai sehingga di sebut 'blockchain'. *Blockchain* pada dasarnya adalah sebuah buku besar yang bersifat public, tidak dapat diubah, dan terdistribusi. Untuk menambah blok baru dibutuhkan pem-verifikasi transaksi yang disebut 'miner'. Para miner saling berlomba untuk mendapatkan hak supaya dapat menambah blok dan miner yang menang akan mendapatkan reward (Zhang, Cui, Ma, & Yang, 2019). Penerapan teknologi *blockchain* pada platform *crowdfunding* seperti yang dibahas pada penelitian ini berbeda dengan platform *crowdfunding* system konvensional yang selama ini sudah berjalan. Pada Tabel 1 dapat dilihat perbandingan antara system berbasis *blockchain* yang dirancang pada penelitian ini dan system konvensional.

4. KESIMPULAN

Penerapan teknologi *blockchain* dalam rancangan system SCF untuk UMKM dalam jaringan rantai pasok menggunakan platform *crowdfunding* syariah membuat transaksi antar stakeholder dalam jaringan supply chain lebih transparan. Hal ini membuat pemberi dana dalam system SCF merasa lebih yakin dana mereka tidak akan disalahgunakan dan mereka yakin proyek yang ditawarkan bukan proyek palsu ketika mereka memutuskan untuk memberikan dananya bagi UMKM yang membutuhkan support dana. Hal ini dapat terjadi karena karakteristik yang dimiliki oleh teknologi blockchain yaitu harus adanya consensus dari seluruh partisipan system dalam menerima transaksi yang diajukan salah satu pihak, transparansi, dan data transaksi yang tidak dapat diubah setelah dicatat didalam system *blockchain*. Oleh karena itu, penerapan teknologi *blockchain* menggunakan *smart contract* pada platform *crowdfunding* syariah dapat membantu pemberi dana untuk mengetahui, mengecek dan melacak aliran dana yang telah mereka salurkan kepada pencari dana melalui platform. Penelitian ini masih berlangsung dan masih perlu dilanjutkan untuk menghasilkan aplikasi yang terdesentralisasi/*decentralized app* (Dapps) untuk

crowdfunding syariah berbasis *blockchain* baik yang berupa website maupun aplikasi android.

Journal of Distributed Sensor Networks, 15(7), 1550147719864890.

DAFTAR PUSTAKA

- Baas, T., & Schrooten, M. (2006). Relationship banking and SMEs: A theoretical analysis. *Small Business Economics*, 27(2-3), 127-137.
- Gao, G.-X., Fan, Z.-P., Fang, X., & Lim, Y. F. (2018). Optimal Stackelberg strategies for financing a supply chain through online peer-to-peer lending. *European Journal of Operational Research*, 267(2), 585-597.
- Gelsomino, L. M., Mangiaracina, R., Perego, A., & Tumino, A. (2016). Supply chain finance: a literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(4), 348-366.
- Lutfi, M. A., & Ismail, M. A. (2016). Sadaqah-Based Crowdfunding Model for Microfinancing and Health Care.
- More, D., & Basu, P. (2013). Challenges of supply chain finance: A detailed study and a hierarchical model based on the experiences of an Indian firm. *Business Process Management Journal*, 19(4), 624-647.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3), 45-77.
- Syarizka, D. (2019). Kontribusi UMKM terhadap PDB 2019 Diproyeksi Tumbuh 5%. Retrieved 01 August, 2019, from <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190109/12/876943/kontribusi-umkm-terhadap-pdb-2019-diproyeksi-tumbuh-5>
- Von Alan, R. H., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS quarterly*, 28(1), 75-105.
- Wahjono, S. I., & Marina, A. (2015). Islamic crowdfunding: alternative funding solution: Editors.
- Wuttke, D. A., Blome, C., & Henke, M. (2013). Focusing the financial flow of supply chains: An empirical investigation of financial supply chain management. *International journal of production economics*, 145(2), 773-789.
- Yan, N., Sun, B., Zhang, H., & Liu, C. (2016). A partial credit guarantee contract in a capital-constrained supply chain: Financing equilibrium and coordinating strategy. *International journal of production economics*, 173, 122-133.
- Zhang, J., Cui, W., Ma, J., & Yang, C. (2019). Blockchain-based secure and fair crowdsourcing scheme. *International*