

Revolution in Audit 4.0 on ESG Assurance: Implementation of Big Data Analytics & Global Reporting Initiative

Indonesian Journal of
Auditing and
Accounting (IJAA)
2025, Vol 2 (1) 93-110
e-ISSN: 3032-6273
www.jurnal.iapi.or.id

David Halim¹, Chelsea Tan², Keisha Rahel^{3*}

^{1,2,3}Accounting, School of Accounting, Universitas Bina Nusantara

*keisharahels@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas pelaporan ESG (*Environmental, Social, and Governance*) dengan menggunakan teknologi terbaru seperti Audit 4.0 dan kecerdasan buatan (AI). Fokus utama dari studi ini adalah untuk meningkatkan kualitas audit ESG, mengurangi risiko *greenwashing*, dan memastikan bahwa informasi ESG yang disampaikan adalah akurat dan dapat dipercaya. Penelitian ini mengeksplorasi bagaimana Audit 4.0 dan teknologi seperti citra satelit dapat memperbaiki efektivitas jaminan ESG serta peran AI dalam pemantauan dan audit laporan ESG, terutama terkait emisi gas rumah kaca. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus yang mencakup pengumpulan dan analisis data dari citra satelit mengenai emisi gas rumah kaca, serta perbandingan dengan data pelaporan ESG dari perusahaan. Temuan menunjukkan bahwa penggunaan citra satelit secara signifikan meningkatkan akurasi jaminan ESG dan bahwa Audit 4.0 menawarkan keunggulan dibandingkan audit konvensional dalam hal *volume data* dan kedalaman analisis. Teknologi AI juga terbukti efektif dalam memantau, menganalisis, dan melaporkan data ESG secara *real-time*. Temuan ini mendorong adopsi teknologi canggih untuk meningkatkan kualitas dan keandalan pelaporan ESG, mengurangi risiko *greenwashing*, serta penyesuaian regulasi dan standar pelaporan untuk memastikan konsistensi di seluruh sektor.

Kata Kunci: Pelaporan ESG, Audit 4.0, *Artificial Intelligence*, *Greenwashing*, *Big Data Analytics*, *Global Reporting Initiative*.

Pendahuluan

Atas terjadinya revolusi industri 4.0, tujuan bisnis modern tidak hanya sekadar memaksimalkan keuntungan, tetapi tujuan baru dari praktik bisnis *modern* ini termasuk tanggung jawab sosial. *Sustainability Reporting* (SR) telah menjadi instrumen penting pada setiap perusahaan yang bertujuan untuk mencerminkan tanggung jawab mereka terhadap ESG (*Environmental, Social, and Governance*). Oleh karena itu, laporan ini akan

menyediakan informasi tentang upaya organisasi dalam mencapai tujuan-tujuan sosial tersebut (Gutiérrez-Ponce, 2023).

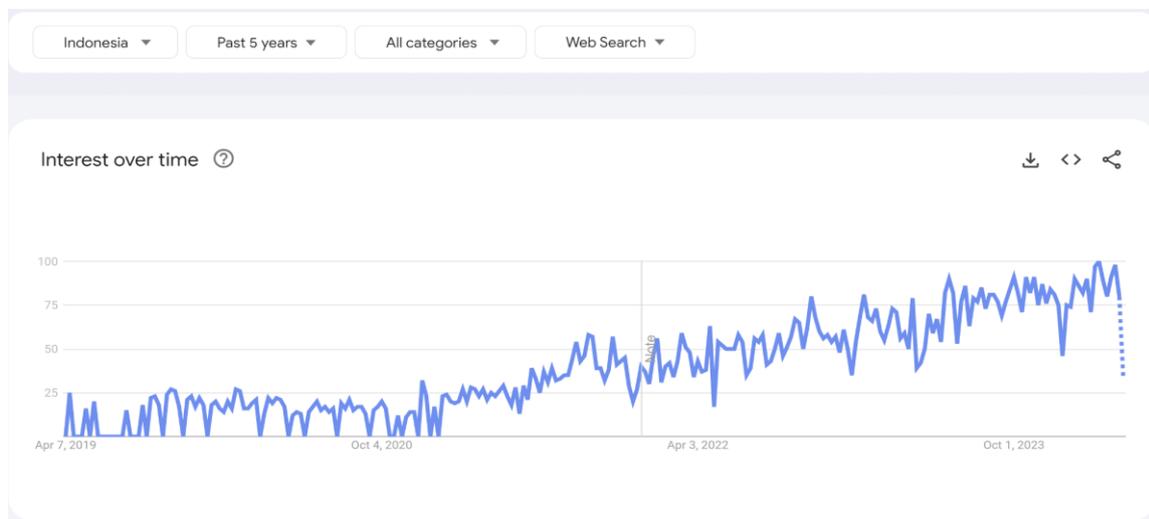
Dimensi Lingkungan ("E") menjadi fokus utama dengan mempertimbangkan kontribusi signifikan bagaimana perusahaan menyikapi masalah limbah, lingkungan hidup, kualitas air, polusi udara, dan emisi karbon. Dimensi Sosial ("S") menyoroti dampak perusahaan terhadap masyarakat dan karyawan, bagaimana perusahaan berinteraksi dengan pemangku kepentingan dan komunitas. Terkait atas hal itu, misalnya dengan menunjukkan bahwa keterwakilan perempuan dalam tim eksekutif berdampak dengan hasil keuangan yang lebih tinggi. Dimensi Tata Kelola ("G") mencakup implementasi pengambilan keputusan, pengawasan dewan direksi, aturan, strategi perusahaan, dan kebijakan terkait ESG. Dimensi Tata Kelola dianggap sebagai aspek fundamental yang mendukung terwujudnya dimensi Lingkungan dan Sosial dalam ESG. Pengungkapan informasi ESG yang baik menjadi penting secara finansial, dengan meningkatkan transparansi, kepercayaan investor, dan integritas pasar modal. Hal ini dapat berdampak dalam mengurangi *Silo Information* dan peningkatan terhadap harga saham dan nilai perusahaan (Duque-Grisales & Aguilera-Caracuel, 2019).

Meskipun informasi ESG yang dilakukan perusahaan telah menjadi bagian fundamental dalam pemeriksaan dan penilaian investasi investor terhadap pengungkapan kinerja nonfinansial perusahaan, namun informasi tersebut seringkali tidak didukung dengan informasi dan jaminan yang jelas oleh perusahaan. Laporan ESG yang tidak diaudit dapat memberikan informasi yang tidak lengkap dan menyesatkan kepada investor. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sumber utama penilaian informasi ESG bergantung pada laporan yang diterbitkan oleh perusahaan. Kesenjangan pelaporan keuangan dan pelaporan nonkeuangan ikut mempengaruhi kualitas informasi ESG yang dirilis oleh perusahaan, dimana pelaporan keuangan telah mencapai bentuk integrasi standar internasional sedangkan pelaporan nonkeuangan belum terintegrasi dengan baik, akibatnya akurasi informasi tidak seimbang sehingga mempengaruhi keandalan informasi ESG (Gu et al., 2023).

Contoh kasus perusahaan yang menekankan aktivitas ramah lingkungan dalam laporan ESG sambil menyembunyikan kegiatan lain yang merusak lingkungan merupakan sebuah praktik yang umum disebut sebagai *greenwashing*. Manipulasi ESG seperti itu dapat diidentifikasi dan dikurangi melalui jaminan independen yang efektif. Auditor secara konvensional dilatih untuk mengevaluasi input dan output ekonomi perusahaan serta menilai kepatuhan proses bisnis perusahaan dengan peraturan dan standar keuangan yang ada. Namun, keahlian yang berbeda diperlukan bagi auditor untuk meninjau dan menilai representasi dari informasi nonfinansial dalam laporan ESG. Misalnya, keahlian teknis dan metodologi dari ilmu alam diperlukan untuk meninjau dan memeriksa ukuran dampak lingkungan. Selain itu, kinerja perusahaan pada ESG dapat sangat bervariasi dari waktu ke waktu, membuat audit tahunan jauh kurang efektif dalam mendeteksi dan mencegah aktivitas merugikan secara tepat waktu. Akibatnya, menjadi tantangan bagi auditor untuk mengidentifikasi kesenjangan dalam logika, pengungkapan, dan penilaian, yang memungkinkan *greenwashing* atau pelaporan ESG yang keliru tidak terdeteksi. Oleh karena itu, ada desakan untuk menciptakan metodologi yang sesuai dan akurat untuk membantu auditor melakukan audit ESG yang efektif dan meningkatkan kualitas serta ketepatan waktu jaminan ESG (Yu et al., 2020).

Sinergi akuntan dengan *Big Data Analytics* juga mampu mengatasi risiko karbon dan air dalam meningkatkan *ESG Performance* melalui keandalan dalam pengambilan keputusan. Selaras dengan SEOJK No 16/SEOJK.04/2021 dan No. 51/POJK. 03/2017, emiten wajib membuat laporan pertanggungjawaban setiap tahun guna meningkatkan investasi berkelanjutan (Rudyanto, 2021). Tidak hanya regulasi pemerintah, IFRS S1 dan IFRS S2 juga mewajibkan setiap entitas untuk mengungkapkan risiko dan peluang berkelanjutan serta mengatur standar untuk pengungkapan laporan pertanggungjawaban agar mendukung setiap elemen pada laporan keuangan (IFRS, 2023). Didukung pada tabel di bawah trend ESG meningkat seiring berjalannya waktu, hal tersebut dikarenakan perusahaan memerlukan laporan pertanggungjawaban yang ringkas serta efisien, namun tetap berpangku pada regulasi serta tidak mengurangi kredibilitas hasil laporan tersebut.

Gambar 1. *Trend ESG pada Setiap Industri*



Sumber: Google Trend, 2024

Efektivitas dan ketepatan waktu jaminan ESG dapat secara signifikan ditingkatkan dengan memanfaatkan teknologi baru dari Audit 4.0 (Dai et al., 2019) untuk memperoleh bukti eksternal dari dunia fisik secara tepat waktu. Audit 4.0 adalah paradigma audit baru yang mereseapkan jaminan *real-time* dan akurat melalui penghubungan dunia fisik dengan dunia digital menggunakan teknologi seperti sensor dan *Internet of Things* (IoT) serta mendeteksi peristiwa atau aktivitas abnormal segera setelah terjadi. Dalam Audit 4.0, data terkait audit langsung dikumpulkan dari lingkungan fisik dan ditransmisikan ke Cloud pusat, berdasarkan model jaminan berkelanjutan yang melakukan deteksi anomali dan langsung melaporkan peristiwa berisiko tinggi kepada pemangku kepentingan terkait. Misalnya, *Big Data* membaca *trend CSR* yang dilakukan perusahaan dengan memverifikasi dampak dan impact yang terjadi pada sebaran internet secara *real-time*, yang dapat digunakan sebagai jenis bukti audit baru untuk memeriksa pengungkapan CSR. Data tersebut, yang dikumpulkan dan dianalisis oleh pihak ketiga independen, dapat sangat mengurangi risiko manipulasi oleh manajemen (Rahmadhani et al., 2023). Melalui penyusunan *ESG metrics* yang akurat serta pembaharuan sistem secara *real-time*, mampu mendukung pengadopsian framework VISTA yang bertujuan untuk memberikan analisis

prediktif, preskriptif, serta rekomendasi berkelanjutan dalam proyek optimalisasi manajemen air maupun penekanan angka emisi karbon (Piazzoni et al., 2021).

Studi Literatur

Audit 4.0

Audit 4.0 adalah evolusi metode dan praktik audit yang memanfaatkan teknologi terbaru untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses audit. Audit ini menekankan otomatisasi dengan menggunakan teknologi seperti AI (*Artificial Intelligence*), Cloud, RPA (*Robotic Process Automation*), dan analitik data untuk mempercepat proses audit, termasuk pengumpulan, analisis, dan pelaporan data. Pendekatan ini meningkatkan efisiensi dan akurasi serta mengurangi waktu dan usaha yang dibutuhkan dalam prosedur audit.

Audit 4.0 lebih baik daripada teknik audit lainnya seperti *Computer Assisted Audit Techniques* (CAATs). Hal ini terlihat dari aspek fokus teknologi dimana Audit 4.0 mengintegrasikan AI, cloud, RPA, dan analitik data untuk otomatisasi audit. Sementara itu, CAATs menggunakan perangkat lunak tertentu untuk menganalisis dan menguji data tanpa integrasi teknologi luas. Dari aspek pendekatan, Audit 4.0 meningkatkan efisiensi dan akurasi dengan pemanfaatan data real-time, sedangkan CAATs merupakan alat bantu untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam audit tradisional. Alat bantu ini berupa software seperti ACL (*Audit Command Language*) dan IDEA (*Interactive Data Extraction & Analysis*). Dari aspek tujuan, Audit 4.0 mengubah cara audit dengan pendekatan modern dan terintegrasi, sedangkan CAATs adalah teknik tambahan untuk mendukung auditor dalam tugas tertentu.

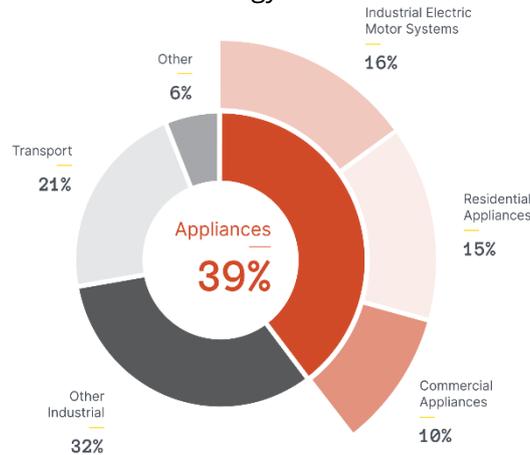
Sustainability Report & The Importance of ESG

Dalam konteks pembuatan *sustainability report*, instrumen sentral adalah *Environmental, Social, dan Governance* (ESG). Laporan ESG mencerminkan tanggungjawab keberlanjutan direksi, meningkatkan keterampilan keberlanjutan, dan meningkatkan kredibilitas di mata publik untuk lebih sejahtera. Sebanyak 70% perusahaan Indonesia telah mengungkapkan bagaimana mereka melibatkan pemangku kepentingan dalam laporan keberlanjutan mereka. Perusahaan perlu memahami tingkat dan dampak keterlibatan pemangku kepentingan terhadap aspek ekonomi, lingkungan, dan komunitas untuk menentukan topik ESAI yang relevan. Dengan demikian, ESG menjadi panduan holistik bagi perusahaan dalam mengelola keberlanjutan (PricewaterhouseCoopers, 2023).

Perusahaan tidak bisa hanya mencari profit tanpa memperhatikan kehidupan sekitar, terutama dalam aspek lingkungan ("E"), dimana kurangnya perhatian dalam lingkungan hidup akan mempengaruhi keberlangsungan perusahaan. Komitmen lingkungan dalam proyek kerja perusahaan dan evaluasi risiko lingkungan menjadi bagian strategis dan operasional. Kurangnya perhatian terhadap lingkungan dapat memiliki dampak besar, baik pada lingkungan itu sendiri maupun kelangsungan hidup global. Selain itu, alat elektronik (*smartphone*, teknologi, dan lainnya) menyumbang 39% emisi karbon dioksida (CO₂), signifikan terhadap tujuan ESG mencapai Net Zero Emission 2060. Dampak emisi CO₂ yang berlebihan dapat menciptakan efek rumah kaca yang

mengancam sekitar 3,6 miliar orang dengan perubahan iklim ekstrim (Frankowska et al., 2020).

Gambar 2. Global Share of Total Energy-Related CO2 Emissions by Sector (2021)



Kunci utama ESG pada Environment adalah kemampuan perusahaan untuk menjalankan operasi bisnis secara berkelanjutan tanpa memberikan dampak negatif pada lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, penggunaan *renewable energy* dalam mengoperasikan mesin dan sistem otomatisasi menjadi tindakan penting untuk mengurangi emisi gas CO₂ yang berlebihan (Adminutama, 2024). Energi surya memberdayakan lingkungan dengan mengurangi emisi CO₂. Satu atap surya dapat mengurangi 4 ton CO₂ per tahun, setara dengan menanam 100 pohon. Dalam skala besar, efeknya dapat meningkat hingga 10 kali lipat (Meelis, 2023).

Aspek sosial pada ESG melibatkan dampak perusahaan terhadap masyarakat, karyawan, dan pelanggan. Pengukuran pada dimensi sosial memperlihatkan praktik kebudayaan yang positif pada sisi internal dengan menghormati hak karyawan, mencegah diskriminasi, dan mendukung perlakuan adil bagi semua individu dan eksternal melalui peningkatan kepedulian kepada masyarakat sekitar.

Gambar 3. Higher Female Executive Team Representation



Gurol and Lagasio (2022) menemukan bahwa perusahaan-perusahaan yang mendapat skor tertinggi pada komponen sosial rata-rata memiliki keterwakilan tim

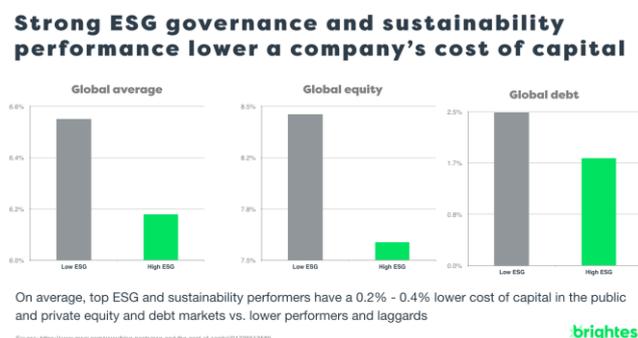
eksekutif perempuan yang lebih tinggi. Perusahaan-perusahaan yang unggul dalam hal ini juga cenderung memiliki hasil keuangan yang lebih baik. Menurut penelitian tersebut, perusahaan-perusahaan yang berada di peringkat 25% teratas dalam industri mereka dalam hal keberagaman gender tim eksekutif memiliki pertumbuhan pendapatan tahunan sebesar 4%, dibandingkan dengan perusahaan-perusahaan dengan kinerja terburuk, yang pertumbuhannya hanya sebesar 2%. Margin keuntungan EBITDA mereka juga meningkat karena praktik ini—dengan pemimpin yang menduduki 12%, dan kelompok yang tertinggal hanya 9%.

Perusahaan dengan karyawan yang puas cenderung memiliki tingkat pengurangan karyawan yang lebih rendah dan mengalami pertumbuhan pendapatan 5% lebih tinggi dalam tiga tahun. Faktor-faktor peningkatan kepuasan melibatkan gaji yang adil, lingkungan kerja yang aman, pelatihan karier, layanan kesehatan mental dan fisik, pengasuhan anak, dan peluang pendidikan. Terutama, kepemimpinan perusahaan oleh wanita meningkatkan performa dan kepuasan karyawan. Aspek sosial dan tata kelola dapat digabungkan untuk memperkuat upaya ESG. Perusahaan swasta masih tertinggal dalam manajemen karbon dalam rantai pasokan (35%) dibandingkan perusahaan publik (53%). Keberhasilan ini dapat diartikan sebagai dampak dari *empowerment* wanita atau faktor lain. Pemahaman tentang struktur kepemimpinan juga dapat terhubung dengan aspek *governance*. Dengan demikian, upaya perusahaan dalam lingkungan, sosial, dan tata kelola dapat menyatukan keberlanjutan, keadilan, dan kemajuan sumber daya manusia secara ringkas (Sypniewska et al., 2023).

Aspek *governance* dalam ESG ("G") melibatkan implementasi pengambilan keputusan, pengawasan dewan direksi, aturan, kebijakan perusahaan, dan prosedur terkait ESG (Brightest, 2023). *Governance* tidak hanya terbatas pada lingkungan atau sosial, melainkan juga mencakup kondisi di dalam perusahaan sebagai aspek penting dalam ESG. Kurangnya perhatian terhadap aspek "G" dapat menyebabkan kesalahan yang tidak terdeteksi terkait sifat dan peran tata kelola perusahaan dalam kerangka ESG.

Faktanya, *governance* dianggap sebagai aspek paling dasar yang mendukung terwujudnya *environment* dan *social* dalam ESG (World Economic Forum, 2022). Implementasi yang baik dari *governance* dapat memastikan transparansi, akuntabilitas, dan integritas dalam pengelolaan aspek-aspek keberlanjutan perusahaan.

Gambar 4. ESG Performance with Strong Governance



Berdasarkan data, konsumen terutama yang berusia di bawah 34 tahun, lebih tertarik pada perusahaan dengan standar ESG (Brightest, 2023). Generasi Z, sebanyak

90%, menginginkan implementasi kebijakan ESG, dan 75% dari mereka mengatakan aktivitas ESG yang tidak efektif akan mempengaruhi dukungan terhadap produk perusahaan (Novelli, 2021). Kesimpulannya, Governance dalam ESG tampak dari pengaruhnya terhadap persepsi konsumen. Governance bukan hanya kunci keberhasilan Environment dan Social, tetapi juga membangun kepercayaan investor, mengamankan akuntabilitas laporan keuangan, dan mewujudkan budaya kerja integritas serta kepemimpinan yang transparan (Gereffi & Lee, 2014).

Net-Zero Emission 2060 Sebagai Tujuan dalam Menekan Climate Change

Net-Zero Emission (NZE) atau nol emisi karbon adalah ketika jumlah karbon yang dilepaskan ke atmosfer tidak melebihi jumlah yang diserap oleh bumi (Zahira & Fadillah, 2022), dan mengacu kepada keseimbangan Gas Rumah Kaca (GRK) yang dilepas ke atmosfer dengan jumlah yang diserap yang menjadi solusi vital untuk menekan laju *climate change* di dunia. Indonesia telah berkomitmen untuk mengurangi emisi GRK sebanyak 29% dengan target untuk mencapai puncak emisi GRK di tahun 2030 dan *net-zero emission* di tahun 2060, sejalan dengan SDGs ke-13 yaitu *climate action*.

Untuk mencapai *net-zero emission*, dukungan peran perusahaan juga tak kalah penting. Perusahaan perlu berkomitmen untuk mengurangi emisi karbon dalam operasinya dan beralih ke teknologi yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan AI dapat membantu perusahaan melacak emisi karbon, mengoptimalkan penggunaan energi, dan mengembangkan produk dan layanan yang berkelanjutan (Zhong et al., 2023). Teknologi AI membantu perusahaan melacak jejak karbon, membuat keputusan ramah lingkungan, dan mengembangkan produk berkelanjutan. Contohnya, sistem manajemen energi cerdas, *platform* perdagangan karbon, dan analisis risiko iklim. Penggunaan fitur-fitur dan rekomendasi AI sebagai basis pengambilan keputusan terkait manajemen karbon akan menjadi kunci utama dalam mencapai target *net-zero emission* dan membangun masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan.

ESG Metrics, Indikator Keberlanjutan Perusahaan

ESG secara keseluruhan mencakup pertimbangan yang luas terhadap lingkungan, sosial, dan tata kelola perusahaan yang dapat berdampak pada kemampuan perusahaan untuk menjalankan strategi bisnisnya dengan efektif serta menciptakan nilai jangka panjang (Ningwati et al., 2022). Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap isu-isu sosial dan lingkungan, perusahaan kini dituntut untuk tidak hanya fokus pada profit semata, tetapi juga harus memperhatikan dampak sosial dan lingkungan dari kegiatan operasional mereka. pemerintah, melalui Otoritas Jasa Keuangan (OJK), telah mewajibkan perusahaan publik untuk menyampaikan laporan berkelanjutan kepada masyarakat yang mencakup kinerja ekonomi, keuangan, sosial, dan lingkungan hidup. Mulai dari tahun 2019, laporan keberlanjutan diterapkan secara bertahap sesuai dengan sektor perusahaan, dan akan menjadi kewajiban menyeluruh pada tahun 2025 (Septiana & Puspawati, 2022). Dengan mengintegrasikan faktor-faktor ESG dalam proses pengambilan keputusan, perusahaan dapat memberikan kontribusi yang besar dalam pencapaian SDGs dan meningkatkan nilai jangka panjang mereka (Ningwati et al., 2022).

Sebanyak 89% investor global menyatakan keinginan mereka agar pelaporan kinerja ESG diukur dengan menggunakan standar yang konsisten secara global (EY, 2021).

Investor kini makin mempertimbangkan ESG *metrics* sebagai pendekatan yang lebih ketat untuk menilai peluang. ESG *metrics* merupakan serangkaian metrik yang beragam, utamanya bukan bersifat keuangan, yang membantu dalam mengevaluasi perusahaan terkait dengan praktik-praktik berkelanjutan dan bertanggung jawab (Farmer, 2023).

Dalam aspek *carbon, metrics* umum meliputi emisi gas rumah kaca, intensitas *carbon emission*, penggunaan energi terbarukan, dan efisiensi energi. Perusahaan perlu melacak dan melaporkan emisi GRK, baik langsung maupun tidak langsung dari rantai pasokan mereka. Intensitas emisi karbon diukur per unit produk atau pendapatan untuk membandingkan kinerja perusahaan. Penggunaan energi terbarukan menunjukkan komitmen perusahaan pada energi berkelanjutan, sedangkan efisiensi energi mencerminkan upaya untuk mengurangi konsumsi. Dalam dimensi air, fokus pada konsumsi air, intensitas penggunaan air, manajemen sumber daya air, dan kualitas air. Perusahaan perlu mengukur dan mengelola konsumsi air secara bertanggung jawab, termasuk daur ulang dan pengurangan limbah air (Poluyanov, 2023).

Peran Big Data Analytics dalam Meningkatkan Professional Judgement Akuntan

Big Data Analytics (BDA) adalah proses sistematis pengolahan dan analisis data besar untuk mengekstrak inisiatif berharga dan membantu analis membuat keputusan yang berdasarkan data. *Big Data Analytics* (BDA) melibatkan penggunaan teknik analisis canggih untuk mengungkapkan tren, pola, dan korelasi dalam data besar, sehingga membantu organisasi membuat keputusan bisnis yang lebih informasi (IBM., n.d.). Dalam konteks yang lebih spesifik, BDA melibatkan empat metode analisis data: deskriptif, diagnostik, prediktif, dan preskriptif. Metode-metode ini membantu organisasi memahami tren pasar, preferensi pelanggan, dan metrik bisnis lainnya dengan lebih mendalam. *Big Data Analytics* (BDA) juga melibatkan penggunaan teknologi canggih seperti machine learning, deep learning, dan algoritma statistik untuk menganalisis data kompleks. Selain itu, *Big Data Analytics* (BDA) memerlukan sistem pengolahan data yang terdistribusi seperti Hadoop untuk mengelola *volume data* yang besar (Robinson et al., 2023).

Big Data Analytics (BDA) muncul sebagai teknologi yang mendukung Revolusi Industri 4.0 (RI 4.0) dengan memanfaatkan teknologi canggih seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan analitik data. *Big Data Analytics* (BDA) memungkinkan perusahaan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis data dari berbagai sumber, termasuk sensor IoT, media sosial, transaksi keuangan, dan perangkat pintar. Dengan demikian, perusahaan dapat membuat keputusan yang lebih baik dan lebih cepat, serta meningkatkan efisiensi operasional dan produksi.

Dalam konteks audit, *Big Data Analytics* (BDA) memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas audit. *Big Data Analytics* (BDA) memungkinkan auditor untuk mengumpulkan dan menganalisis data besar dengan cepat dan akurat, sehingga memungkinkan mereka untuk menemukan pola dan anomali yang mungkin tidak terdeteksi dengan metode sampling statistik tradisional (Zengin et al., 2021). Dengan menggunakan *Big Data Analytics* (BDA), auditor dapat mengidentifikasi ketidakberesan dan ketidaksesuaian secara lebih efektif, sehingga mengurangi kemungkinan salah saji laporan keuangan (Al-Ateeq, 2022).

Penerapan *Big Data Analytics* (BDA) dalam audit juga meningkatkan transparansi dan akurasi dalam proses audit. Auditor dapat menggunakan data yang tidak rapi atau tidak terstruktur dan fokus pada analisis yang lebih mendalam. Hal ini memungkinkan auditor untuk memahami bisnis klien lebih baik dan memberikan jaminan akan hasil auditnya. Selain itu, *Big Data Analytics* (BDA) juga membantu meningkatkan efisiensi proses audit dengan memungkinkan auditor untuk melakukan analisis data secara *real-time*. Auditor dapat menggunakan teknologi analisis visualisasi data untuk menganalisis tingkat penyebaran data dan menemukan keraguan audit secara lebih efektif. Dalam keseluruhan, *Big Data Analytics* (BDA) adalah teknologi yang sangat berharga dalam proses audit karena dapat meningkatkan kualitas, efisiensi, dan penilaian risiko dalam proses audit. Dengan demikian, teknologi *big data* dapat membantu meningkatkan keandalan dan kepastian dalam proses audit, serta memungkinkan auditor untuk membuat keputusan yang lebih tepat dan efektif (Naysary et al., 2022).

Keberadaan *Big Data Analytics* (BDA) memiliki dampak yang besar dalam membantu pekerjaan akuntan, salah satunya mempermudah analisis laporan keuangan (Hasan, 2021). Adapun dalam mengolah informasi yang diproses oleh *Big Data Analytics* (BDA), akuntan memerlukan keterampilan khusus, yakni kemampuan untuk mengintegrasikan data laporan keuangan hingga laporan yang dihasilkan tidak menimbulkan salah saji (Mansor et al., 2022). Keadaan tersebut berhubungan erat dengan professional judgement seorang akuntan. Melalui hasil analisis yang diberikan oleh *Big Data Analytics* (BDA), akuntan dapat mengolah dan memilah informasi yang diterima, lalu memberikan hasil berupa saran yang bisa dikembangkan untuk menjaga kredibilitas perusahaan serta menghindari salah pengambilan keputusan (Shin & Ennis, 2021).

Selaras dengan fasilitas serta kenyamanan yang ditawarkan oleh *Big Data Analytics* (BDA), berupa pemrosesan data dalam jumlah yang banyak serta *real-time* (Nugrahanti et al., 2023). Membuat akuntan sebagai pioneer utama dalam penyusunan laporan keuangan memerlukan landasan kuat agar tidak merusak citra profesional serta kode etik seorang akuntan (Dzulhasni et al., 2024). Sebagaimana peran *Big Data Analytics* (BDA) merupakan alat pembantu dalam mengasah professional judgement akuntan. Dalam hal tersebut, *Big Data Analytics* (BDA) bukan merupakan acuan utama hanya karena sistem yang diintegrasikan *Big Data Analytics* (BDA) dinilai lebih efektif serta efisien. Sebaliknya, sebagai sumber validasi tambahan terhadap pekerjaan yang sudah dilakukan oleh akuntan sehingga bisa mendeteksi human error ataupun kesalahan teknis yang dihasilkan oleh sistem komputerisasi (Mansor et al., 2022).

Peran Akuntan dalam ESG Assurance

Akuntan berperan dalam menilai laporan ESG dengan cara antara lain sebagai berikut.

1. Verifikasi data ESG
Akuntan bertanggung jawab untuk memastikan bahwa data ESG yang disajikan oleh perusahaan akurat dan dapat dipercaya.
2. Evaluasi relevansi dan keandalan metode pengukuran ESG

Akuntan mengevaluasi metode yang digunakan untuk mengukur kinerja ESG dan memastikan bahwa metode tersebut sesuai dan dapat diandalkan.

3. Analisis hubungan antara kinerja ESG dan finansial
Akuntan menganalisis bagaimana kinerja ESG perusahaan mempengaruhi hasil keuangan, membantu manajemen dalam pengambilan keputusan strategis.
4. Identifikasi risiko terkait ESG dan rencana mitigasinya
Akuntan membantu perusahaan mengidentifikasi risiko yang terkait dengan faktor ESG dan merumuskan rencana untuk mengurangi dampaknya.
5. Evaluasi pengungkapan informasi ESG yang lengkap dan transparan
Akuntan memastikan bahwa perusahaan menyajikan informasi ESG secara transparan dan komprehensif kepada para pemangku kepentingan
6. Perbandingan praktik ESG perusahaan dengan standar industri
Akuntan membandingkan praktik ESG perusahaan dengan standar dan praktik terbaik dalam industri, memberikan wawasan tentang posisi perusahaan di pasar.
7. Evaluasi sistem pengendalian internal untuk laporan ESG
Akuntan menilai apakah sistem pengendalian internal yang ada memadai untuk menjamin integritas laporan ESG yang dihasilkan.

Akuntan memiliki peran penting karena akuntan menilai secara objektif, memahami kompleksitas data ESG, menilai kepatuhan terhadap standar akuntansi, dan membangun kepercayaan publik terhadap laporan ESG.

Data dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif melalui kajian literatur yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data dari berbagai sumber sekunder, seperti literatur, buku, artikel, studi kasus, dan *framework*. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi pandangan tentang penerapan *Big Data Analytics* (BDA) dalam audit dan *ESG assurance*. Fokus utama adalah bagaimana teknologi ini mempengaruhi mekanisme tata kelola perusahaan serta memahami konteks spesifik terkait tantangan serta peluang yang dihadapi perusahaan dalam mengintegrasikan Audit 4.0 dan *Big Data Analytics* (BDA) dalam praktik audit mereka.

Hasil penelitian dianalisis melalui analisis konten dan analisis kasus. Analisis konten dilakukan dengan mengkaji dokumen dan laporan perusahaan untuk mengevaluasi sejauh mana mereka menerapkan *Big Data Analytics* (BDA) dan dampaknya terhadap tata kelola perusahaan. Sementara itu, analisis kasus dilakukan pada perusahaan yang telah mengadopsi Audit 4.0 dan *Big Data Analytics* (BDA) untuk mempelajari praktik terbaik, tantangan, dan solusi yang telah diterapkan.

Hasil Analisis

Implementasi Big Data Analytics pada ESG Assurance Perusahaan

Big Data Analytics (BDA) dapat membantu menjawab dan meyakinkan apakah *ESG report* perusahaan sudah merepresentasikan apa yang dilakukan oleh perusahaan dengan beberapa cara yang signifikan. Pertama, *Big Data Analytics* (BDA) memungkinkan pengumpulan dan analisis data ESG yang besar dan kompleks, termasuk data

operasional, data keuangan, dan data lingkungan. Dengan demikian, perusahaan dapat memiliki gambaran yang komprehensif tentang kegiatan dan dampak ESG mereka, sehingga memungkinkan auditor untuk memastikan bahwa laporan ESG merepresentasikan kegiatan dan dampak ESG yang sebenarnya (Zengin et al., 2021). Selain itu, *Big Data Analytics* (BDA) juga dapat mengidentifikasi pola dan anomali dalam data ESG, yang membantu auditor untuk menemukan ketidaksesuaian dan ketidakberesan dalam laporan ESG. Hal ini memungkinkan auditor untuk memastikan bahwa laporan ESG tidak hanya mencakup informasi yang diperlukan tetapi juga mencerminkan kegiatan dan dampak ESG yang sebenarnya (Al-Ateeq, 2022).

Big Data Analytics (BDA) juga menggunakan algoritma analitik seperti *Naive Bayes Classifier*, *K-Nearest Neighbor*, *Bayesian*, dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk menganalisis data ESG. Algoritma ini membantu dalam menemukan pola-pola tersembunyi dalam data yang tidak terstruktur, sehingga memungkinkan auditor untuk memahami bisnis klien lebih baik dan memastikan bahwa laporan ESG merepresentasikan apa yang dilakukan oleh perusahaan (Hanafi, 2023). Dalam analisis *real-time*, *Big Data Analytics* (BDA) memungkinkan auditor untuk membandingkan data besar dan kompleks secara cepat. Hal ini membantu auditor dalam menentukan kesimpulan yang menyeluruh tentang apakah laporan ESG telah konsisten dengan pemahaman auditor terhadap entitas/perusahaan yang diaudit (Falana et al., 2023). Terakhir, *Big Data Analytics* (BDA) dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas audit dengan meminimalkan terjadinya human error dan mempersingkat waktu operasional dalam perusahaan. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk membuat keputusan yang lebih cepat dan tepat, serta meningkatkan kualitas hasil audit (Briyan dan Akhmad, 2020). Dengan demikian, BDA adalah teknologi yang sangat berharga dalam memastikan bahwa laporan ESG merepresentasikan apa yang dilakukan oleh perusahaan dengan cara yang akurat dan transparan.

Penggunaan *Big Data Analytics* (BDA) dalam pelaporan *sustainability report* dapat dimulai dengan pengumpulan dan analisis data yang akurat. Misalnya, jika sebuah perusahaan ingin mengurangi *carbon footprint*, BDA dapat mengumpulkan data tentang konsumsi energi, emisi gas rumah kaca, dan penggunaan sumber daya alam. Dengan menggunakan algoritma dan *machine learning*, *Big Data Analytics* (BDA) dapat menganalisis data ini untuk menemukan pola dan tren yang relevan dengan kegiatan ESG perusahaan. Hal ini telah dibuktikan dalam penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan *Big Data Analytics* (BDA) dapat mengurangi biaya energi dan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan (Ningwati et al., 2022).

Selain itu, *Big Data Analytics* (BDA) juga dapat menggunakan sensor IoT untuk memantau progres reboisasi atau kegiatan lain yang terkait dengan pengurangan emisi. Dokumentasi acara juga dapat digunakan untuk memastikan bahwa kegiatan yang dilakukan sesuai dengan apa yang diterangkan dalam laporan ESG. Contohnya, jika sebuah perusahaan memiliki campaign reboisasi yang menargetkan 10 hektar, BDA dapat memantau dan merekam *progress* reboisasi tersebut untuk memastikan bahwa target tersebut telah tercapai (Wan et al., 2023).

Big Data Analytics (BDA) juga membantu dalam pengujian *greenwashing* dengan menganalisis data yang lebih luas. Dengan menemukan bukti-bukti yang mendukung atau menolak kebenaran klaim ESG perusahaan, *Big Data Analytics* (BDA) dapat

membantu memastikan bahwa laporan ESG perusahaan tidak merupakan *greenwashing*. Misalnya, jika sebuah *brand skincare* Korea mengklaim telah meningkatkan *waste-management* dengan mendaur ulang sampah pabrik, *Big Data Analytics* (BDA) dapat menguji klaim tersebut dengan data yang akurat dan memastikan bahwa perusahaan telah melakukan upaya yang signifikan dalam mengurangi limbah (Li et al., 2021).

Dalam pelaporan *sustainability report*, *Big Data Analytics* (BDA) juga dapat menggunakan algoritma untuk menganalisis kinerja ESG perusahaan secara terus-menerus. Dengan membandingkan data yang terkumpul dengan standar ESG yang ada, *Big Data Analytics* (BDA) dapat memberikan gambaran yang jelas tentang apakah laporan ESG perusahaan sudah merepresentasikan apa yang dilakukan oleh perusahaan. Misalnya, jika sebuah perusahaan mengklaim telah mengurangi emisi gas rumah kaca, *Big Data Analytics* (BDA) dapat mengevaluasi data emisi gas rumah kaca perusahaan untuk memastikan bahwa klaim tersebut benar (Wan et al., 2023).

Dengan demikian, *Big Data Analytics* (BDA) dapat membantu meningkatkan transparansi dan akurasi dalam pelaporan *sustainability report* perusahaan, sehingga meningkatkan kepercayaan dan akuntabilitas perusahaan. Hal ini memungkinkan auditor untuk memastikan bahwa data yang disajikan dalam *sustainability report* benar dan dapat dipercaya, sehingga berkontribusi pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

Silo Information Risk

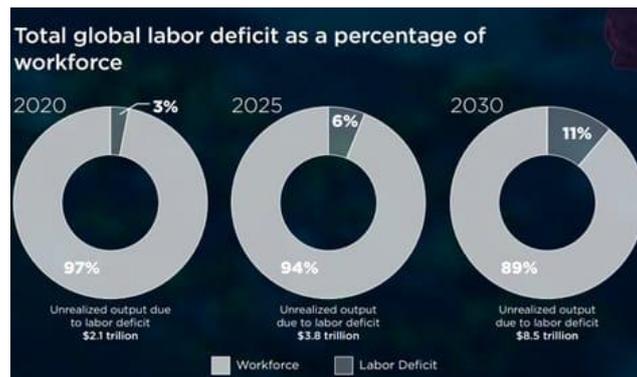
ESG yang tidak efektif dalam perusahaan dapat menyebabkan fenomena *Silo Information* dimana data terkunci pada satu sistem dan sulit terhubung dengan sistem lainnya (McKinsey & Company, 2023). Dampaknya termasuk terganggunya visibilitas pada lingkaran pasokan, peluang, dan pelanggan, ketidakefisienan operasional, peluang penjualan *cross-sell/upsell* berkurang, serta risiko data hilang, tidak akurat, dan tidak lengkap. *Silo Information* menciptakan kesulitan dalam pemahaman data secara menyeluruh, mempengaruhi pengambilan keputusan, dan dapat mengganggu visibilitas operasional. Dalam perusahaan manufaktur, ketidakselarasan antara departemen penjualan dan pemasaran dapat merugikan kinerja keuangan, menyebabkan kehilangan peluang penjualan, dan menurunkan efisiensi operasional.

Dari sudut pandang angka, sekitar 60% orang percaya bahwa ketidakselarasan antara Departemen Penjualan dan Departemen Pemasaran dapat merugikan kinerja keuangan. Pemasar menyatakan bahwa kampanye perusahaan membantu meningkatkan hubungan dengan pelanggan, namun, jika data tidak tersedia dengan mudah, kesulitan dalam menyesuaikan kampanye dapat mengakibatkan peluang penjualan yang terlewatkan. Menurut *General Data Protection Regulation* (GDPR), risiko data hilang juga termasuk masalah serius yang dapat dialami oleh perusahaan. Namun, dengan menerapkan ESG dengan baik, perusahaan dapat memanfaatkan data sebagai aset tambahan. Kemudahan dan transparansi data yang dihasilkan oleh praktik ESG yang tepat dapat meningkatkan komunikasi internal, memberikan dampak positif signifikan pada kinerja perusahaan secara keseluruhan (Meng et al., 2023).

Industry Gap (Global Talent Crunch)

Dalam konteks ESG, selain fenomena *Silo Information*, perusahaan juga dapat menghadapi *gap*, yaitu kesenjangan antara praktik ESG yang dilakukan dan yang diharapkan oleh pemangku kepentingan. Jika tidak diatasi, *gap* dapat berdampak negatif baik secara finansial maupun nonfinansial bagi perusahaan. Era revolusi industri 4.0 dengan teknologi modern seperti *big data*, Cloud, robot, dan *Artificial Intelligence* (AI) memberikan peluang untuk meningkatkan kinerja operasional perusahaan, namun juga menimbulkan tantangan terkait adaptasi tenaga kerja (Mikalef et al., 2021).

Gambar 5. Penurunan Jumlah Tenaga Kerja Secara Global



Dalam mengatasi *gap* teknologi, penanganan perlu dilakukan secara dini oleh masyarakat dan praktisi. Dunia akademisi memiliki peran besar dalam mempersiapkan generasi mendatang, terutama dalam menghadapi tantangan teknologi di bidang non-IT seperti manajemen, akuntansi, dan keuangan. Tenaga pendidik perlu mengadopsi kurikulum pembelajaran berbasis teknologi secara internasional untuk memastikan kualitas dan kompetensi lulusan yang unggul dalam menghadapi perubahan teknologi yang cepat. Profesional perlu meningkatkan kemampuan dan kompetensi mereka melalui gelar sertifikasi, pelatihan sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) perusahaan, dan peningkatan kemampuan berbasis teknologi. Permintaan teknologi yang tinggi di perusahaan menjadi tolok ukur bagi para profesional dan generasi muda untuk merancang strategi yang matang guna memenuhi standar kebutuhan bisnis dalam era teknologi yang berkembang pesat (Ferry, 2018).

Fundamentals of the Global Internal Audit Standards & Internal Control

Kerangka kerja kolaborasi auditor internal dengan kecerdasan buatan (AI) menawarkan pendekatan sistematis untuk meningkatkan nilai tambah dalam proses audit. Dimulai dengan pemahaman mendalam terhadap seluruh proses bisnis perusahaan, AI dapat digunakan untuk menganalisis data historis dan *real-time* secara komprehensif. Selanjutnya, melalui penerapan *algoritma machine learning*, AI dapat mengidentifikasi anomali, tren, dan risiko yang mungkin terlewatkan oleh analisis manual. Dengan demikian, auditor dapat merancang rencana audit yang lebih tertarget dan efektif (Sætra, 2021).

Gambar 6. Global Internal Audit Standards



Dalam pelaksanaan audit, AI dapat mengotomatiskan tugas-tugas rutin seperti pengumpulan data, klasifikasi dokumen, dan rekonsiliasi akun, sehingga auditor dapat fokus pada analisis yang lebih mendalam dan bernilai tambah tinggi. Selain itu, AI juga dapat memberikan visualisasi data yang interaktif, memudahkan auditor dalam mengkomunikasikan temuan audit kepada manajemen. Melalui integrasi yang erat antara auditor manusia dan AI, perusahaan dapat mencapai tingkat efisiensi dan efektivitas audit yang lebih tinggi, sekaligus meningkatkan kualitas pengambilan keputusan. Dengan menggabungkan elemen-elemen di atas, *framework* ini menciptakan langkah-langkah yang terintegrasi antara pemahaman bisnis, rencana audit yang terarah, identifikasi masalah, penggunaan efisien AI dalam pengumpulan data, dan kemampuan cepat dalam pengambilan keputusan. Kolaborasi auditor dengan teknologi AI menjadi *highlight* utama, memungkinkan auditor untuk memberikan nilai tambah yang signifikan bagi perusahaan (IIA, 2024).

Kesimpulan

Minat yang besar dan terus berkembang terhadap informasi nonfinansial oleh pelaku pasar serta lembaga pemeringkat memainkan peran utama dalam menilai kinerja keberlanjutan perusahaan. Mereka menganalisis dan menelaah sejumlah besar informasi yang berkisar dari kuesioner hingga berita yang dirilis oleh saluran media. Namun, sumber informasi utama adalah pelaporan perusahaan. Pengungkapan ESG bersifat sukarela. Meskipun ada beberapa inisiatif yang bertujuan untuk menyelaraskan standar pelaporan (seperti Pedoman Pelaporan Keberlanjutan *Global Reporting Initiative* (GRI) atau arahan pelaporan nonfinansial Uni Eropa), praktik pengungkapan ESG masih bervariasi di antara perusahaan-perusahaan. Para pendukung standarisasi pengungkapan keberlanjutan berpendapat bahwa standar akan membawa konsistensi dalam pelaporan dan memungkinkan perbandingan kinerja ESG perusahaan, setidaknya dalam sektor yang sama. Dengan tidak adanya standar ini, perusahaan dapat mengandalkan layanan audit oleh pihak eksternal untuk memberikan jaminan independen bahwa pelaporan keberlanjutan mereka disajikan dengan benar. Dalam konteks penelitian tersebut, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diringkas sebagai berikut.

1. Kepada akuntan agar terus mengembangkan ilmu terbaru akan adaptasi Audit 4.0, sehingga tetap sejalan dengan tujuan utama yaitu menilai implementasi ESG dan meminimalisir adanya *gap skill* yang akan dihadapi oleh akuntan. Tentunya, dengan

- mengandalkan profesional judgement akuntan sebagai kunci utama dalam keberhasilan pengolahan data dan rekomendasi oleh Big Data Analytics.
2. Kepada perusahaan, diharapkan agar memiliki sikap terbuka serta kesiapan secara optimal terhadap pengadopsian teknologi terbaru. Hal tersebut, agar pengadaptasian Audit 4.0 tidak terhambat dan berlangsung secara maksimal.
 3. Kepada regulator agar dapat mengembangkan regulasi yang sesuai dan memadai terhadap perkembangan Audit 4.0 sebagai perspektif baru teknik audit pembantu akuntan. Sebagaimana hal tersebut dianggap krusial agar tidak terjadi pelanggaran terhadap kode etik profesional seorang akuntan. Melainkan, mendukung perkembangan akuntan sebagai bidang keahlian yang mampu beradaptasi dengan teknologi tanpa mengurangi kredibilitas profesi akuntan.
 4. Kepada akademisi dan penelitian di masa yang akan datang, diharapkan mampu mengakomodasi dan mengelola ilmu baru berupa prosedur baru dalam pembelajaran. Supaya pengaplikasian Audit 4.0 dan *Big Data Analytics* dapat meningkatkan kemampuan *critical thinking* mahasiswa dalam mengolah data. Lalu, pada penelitian yang akan datang diharapkan dapat terus berinovasi akan pengembangan Audit 4.0 dan *Big Data Analytics* tanpa henti.

Referensi

- 2019 Gen Z Purpose Study: Undivided - Porter Novelli. (2021, January 25). Porter Novelli. <https://www.porternovelli.com/findings/2019-gen-z-purpose-study-undivided/>
- Abdel-Rahim, H., Hollie, D., & Yu, S. (2024). Early Evidence on Critical Audit Matters regarding Environmental, Social, and Governance Sustainability: Trends in ESG Reporting. *Journal of Forensic Accounting Research*. <https://doi.org/10.2308/jfar-2023-015>
- Adminutama. (2024). Mengenal konsep ESG: pilar penting menuju bisnis berkelanjutan. SpaRSE FEB UGM. <https://sparse.feb.ugm.ac.id/en/mengenal-konsep-esg-pilar-penting-menuju-bisnis-berkelanjutan/>
- Al-Ateeq, B., Sawan, N., Al-Hajaya, K., Altarawneh, M., & Al-Makhadmeh, A. (2022). Big data analytics in auditing and the consequences for audit quality: A study using the technology acceptance model (TAM). <https://doi.org/10.22495/cgobrv6i1p5>
- Armer, D. (2023, March 31). ESG metrics: Tips and examples for measuring ESG performance. Sustainability and ESG. <https://www.techtarget.com/sustainability/feature/ESG-metrics-Tips-and-examples-for-measuring-ESG-performance>
- Ashari, Hasan, and Trinandari Prasetya Nugrahanti. 2022. "Menurunnya Prestasi Akademis Mahasiswa Akuntansi Pada Pembelajaran Daring Di Masa Pandemi Covid-19." *Jurnal Revenue: Jurnal Ilmiah Akuntansi* 2(2): 233–51.
- Audit 4.0 Perspektif Baru Teknik Audit Di Era Digital. Universitas Indonesia Publishing. (n.d.). <https://uipublishing.id/books/pxkz/#p=20>
- Brightest. (2023, January 17). ESG Governance - What it is, Examples & Best Practices. Brightest. <https://www.brightest.io/esg-governance>
- Dai, J., He, N., & Yu, H. (2019). Utilizing blockchain and smart contracts to enable Audit 4.0: From the perspective of accountability audit of air pollution control in China. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(2), 23–41. <https://doi.org/10.2308/jeta-52482>
- Duque-Grisales, E., & Aguilera-Caracuel, J. (2019). Environmental, Social and Governance (ESG) scores and financial performance of multilatinas: moderating effects of geographic international diversification and financial slack. *Journal of Business Ethics*, 168(2), 315–334. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04177-w>

- Dzulhasni, S., Zakia, D., Puspitasari, E. Y., & Wijaya, L. R. P. (2024). Implikasi Etika pada Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam Akuntansi Manajemen. *Jurnal Akuntansi Manajemen Bisnis Dan Teknologi*, 4(1), 136–143. <https://doi.org/10.56870/ambitek.v4i1.136>
- ESG data governance: A growing imperative for banks. (2023, February 8). McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/tech-forward/esg-data-governance-a-growing-imperative-for-banks>
- Falana GA, Igbekoyi OE, Dagunduro ME. (2023). Effect of big data on accounting information quality in selected firms in Nigeria. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 7(3), 789-806.
- Frankowska, A., Rivera, X. S., Bridle, S., Kluczkowski, A. M. R. G., Da Silva, J. T., Martins, C. A., Rauber, F., Levy, R. B., Cook, J., & Reynolds, C. (2020). Impacts of home cooking methods and appliances on the GHG emissions of food. *Nature Food*, 1(12), 787–791. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00200-w>
- Gereffi, G., & Lee, J. (2014). Economic and social upgrading in global value chains and industrial clusters: Why governance matters. *Journal of Business Ethics*, 133(1), 25–38. <https://doi.org/10.1007/s10551-014-2373-7>
- Global Internal Audit Standards (2024). https://www.theiia.org/globalassets/site/standards/globalinternalauditstandards_2024january9.pdf.
- Global, E. (2021, December 8). The CFO Imperative: How do you transform data into insight? https://www.ey.com/en_id/assurance/how-do-you-transform-data-into-insight
- Gu, Y., Dai, J., & Vasarhelyi, M. A. (2023). Audit 4.0-based ESG assurance: An example of using satellite images on GHG emissions. *International Journal of Accounting Information Systems*, 50, 100625. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2023.100625>
- Guroi, B., & Lagasio, V. (2022). Women board members' impact on ESG disclosure with environment and social dimensions: evidence from the European banking sector. *Social Responsibility Journal*, 19(1), 211–228. <https://doi.org/10.1108/srj-08-2020-0308>
- Gutiérrez-Ponce, H. (2023). Sustainability as a strategy base in Spanish firms: Sustainability reports and performance on the sustainable development goals. *Sustainable Development*, 31(4), 3008–3023. <https://doi.org/10.1002/sd.2566>
- HighRadius. (2024, March 12). How AI is helping in automating the audit process. HighRadius Resource Center. <https://www.highradius.com/resources/Blog/leveraging-ai-in-accounting-audit-1/#:~:text=Audit%20automation%20enhances%20efficiency%2C%20accuracy,and%20improves%20overall%20audit%20quality.>
- IFRS - IFRS S1 General requirements for Disclosure of sustainability-related Financial information. (2023). Retrieved April 13, 2024, from <https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s1-general-requirements/>
- Korn Ferry. (2018). *The Future of Work The Global Talent Crunch*. Los Angeles: Korn Ferry.
- Sætra, H. S. (2021). A Framework for Evaluating and Disclosing the ESG Related Impacts of AI with the SDGs. *Sustainability*, 13(15), 8503. <https://doi.org/10.3390/su13158503>
- Li, T.-T., Wang, K., Sueyoshi, T., & Wang, D. D. (2021). ESG: Research Progress and Future Prospects. *Sustainability*, 13(21), 11663. <https://doi.org/10.3390/su132111663>
- Lusk, E.J., Garas, S., & Gaber, M. (2020). Audit risk calibration. *International Journal of Research In Business and Social Science*, 9, 182-195. <https://doi.org/10.20525/ijrbs.v9i4.742>
- Mansor, N. A., Hamid, Y., Anwar, I. S. K., Isa, N. S. M., & Abdullah, M.Q. (2022). The awareness and knowledge in artificial intelligence among accountancy students. *Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci.*, 12, 1629–1640.

- Meelis. (2024, July 17). Discover the benefits of solar energy. Roofit.Solar. <https://roofit.solar/environmental-benefits-of-solar-energy/>
- Meng, T., Yahya, M. H. D. H., Ashhari, Z. M., & Yu, D. (2023). ESG performance, investor attention, and company reputation: Threshold model analysis based on panel data from listed companies in China. *Heliyon*, 9(10), e20974. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20974>
- Mikalef, P., & Gupta, M. (2021). Artificial intelligence capability: Conceptualization, measurement calibration, and empirical study on its impact on organizational creativity and firm performance. *Information & Management*, 58(3), 103434. <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103434>
- Naysary, B., Dhoraingam, S., Siew, E., & Asiaei, K. (2022). Application of Big data Analytics in Accounting: A Bibliometric and Visual study. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4214190>
- Ningwati, G., Septiyanti, R., & Desriani, N. (2022). Pengaruh Environment, Social and Governance Disclosure terhadap Kinerja Perusahaan. *Goodwood Akuntansi Dan Auditing Reviu (Online)*, 1(1), 67–78. <https://doi.org/10.35912/gaar.v1i1.1500>
- Nugrahanti, T. P., Puspitasari, N., & Andaningsih, I. R. (2023). Transformasi Praktik Akuntansi Melalui Teknologi: Peran Kecerdasan Buatan, Analisis Data, dan Blockchain dalam Otomatisasi Proses Akuntansi. *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan West Science (Online)*, 2(03), 213–221. <https://doi.org/10.58812/jakws.v2i03.644>
- Piazzoni, A., Cherian, J., Azhar, M., Yap, J. Y., Shung, J. L. W., Vijay, R., & Cornell University. (2021). VISTA: a framework for virtual scenario-based testing of autonomous vehicles. *arXiv*. <https://doi.org/10.1109/aitest52744.2021.00035>
- Poluyanov, V. P. (2023). Implementation of ESG principles at water supply enterprises in the context of digitalization. *Entrepreneur's Guide*, 16(4), 105–111. <https://doi.org/10.24182/2073-9885-2023-16-4-105-111>
- PricewaterhouseCoopers. (n.d.). Tren dan Arah Sustainability Report Indonesia di Masa Mendatang. PwC. <https://www.pwc.com/id/en/media-centre/press-release/2023/indonesian/tren-dan-arrah-sustainability-report-indonesia-di-masa-mendatang.html>
- Rahmadhani, S., Lim, J., & Santikawati, S. (2023). Analisis Praktik Audit Big Data Environment di Indonesia. *SINOMIKA Journal Publikasi Ilmiah Bidang Ekonomi Dan Akuntansi*, 1(5), 1135–1146. <https://doi.org/10.54443/sinomika.v1i5.587>
- Robinson, S., Chai, W., & Stedman, C. (2023, December 20). big data analytics. *Business Analytics*. <https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/definition/big-data-analytics>
- Rudyanto, A. (2021). IS MANDATORY SUSTAINABILITY REPORT STILL BENEFICIAL? *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan Indonesia*, 18(2), 148–167. <https://doi.org/10.21002/jaki.2021.08>
- Septiana, W. R., & Puspawati, D. (2022). Analisis good corporate governance terhadap pengungkapan ESG di Indonesia tahun 2016-2020. *Fair Value Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Keuangan*, 4(10), 4274–4283. <https://doi.org/10.32670/fairvalue.v4i10.1642>
- Shin, S., & Ennis, K. (2021). Data Analytics in Accounting: Visualizing Corporate Income Inequality. *AIS Educator Journal*, 16(1), 19–39
- Syahputra, Briyan Efflin., & Afnan, Akhmad. (2020). Pendeteksian Fraud: Peran Big Data dan Audit Forensik. *Jurnal ASET (Akuntansi Riset). Program Studi Akuntansi. Fakultas Pendidikan Ekonomi dan Bisnis Universitas Pendidikan Indonesia*, 12(2), 301-316. Retrieved from <https://ejournal.upi.edu/index.php/aset/article/view/28939>
- Sypniewska, B., Baran, M., & Kłos, M. (2023). Work engagement and employee satisfaction in the practice of sustainable human resource management – based on the study of Polish employees. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 19(3), 1069–1100. <https://doi.org/10.1007/s11365-023-00834-9>

- Wan, G., Dawod, A. Y., Chanaim, S., & Ramasamy, S. S. (2023). Hotspots and trends of environmental, social and governance (ESG) research: A bibliometric analysis. *Data Science and Management*, 6(2). <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2023.03.001>
- What is Big Data Analytics? | IBM. (n.d.). <https://www.ibm.com/topics/big-data-analytics>
- World Economic Forum. (2022, June). Defining the 'G' in ESG Governance Factors at the Heart of Sustainable Business [Online forum post]. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Defining_the_G_in_ESG_2022.pdf
- Yu, E. P., Van Luu, B., & Chen, C. H. (2020). Greenwashing in environmental, social and governance disclosures. *Research in International Business and Finance*, 52, 101192. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101192>
- Zahira, N. P., & Fadillah, D. P. (2022). PEMERINTAH INDONESIA MENUJU TARGET NET ZERO EMISSION (NZE) TAHUN 2060 DENGAN VARIABLE RENEWABLE ENERGY (VRE) DI INDONESIA. *ejournal.penerbitjurnal.com*. <https://doi.org/10.21831/jis.v2i2.25>
- Zengin, Y., Naktiyok, S., Kaygın, E., Kavak, O., & Topçuoğlu, E. (2021). An Investigation upon Industry 4.0 and Society 5.0 within the Context of Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 13(5), 2682. <https://doi.org/10.3390/su13052682>
- Zhong, J., Zhong, Y., Han, M., Yang, T., & Zhang, Q. (2023). The impact of AI on carbon emissions: evidence from 66 countries. *Applied Economics*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/00036846.2023.2203461>.