

Implementasi Validasi Data Statistik Menggunakan Aplikasi MatchaPro dalam Mendukung Kinerja BPS

Wahyu Dwi Sasmito¹, Ahmad Naufal A², Adita Nafisa³

Universitas Islam Raden Rahmat Malang^{1,2,3}

e-mail whdwi21@email.com, sanfaizaa@gmail.com

Abstrak

Validasi merupakan titik kendali penting dalam produksi statistik karena kesalahan format, ketidaklengkapan, duplikasi, dan ketidakkonsistenan logis dapat menurunkan akurasi serta ketepatan waktu keluaran. Penelitian ini menganalisis implementasi MatchaPro sebagai aplikasi pencocokan dan pemeriksaan data untuk mendukung kinerja Badan Pusat Statistik (BPS). Pendekatan yang digunakan ialah studi implementatif berorientasi design science dengan pengujian terkontrol pada 12.000 rekaman sintetik yang merepresentasikan karakteristik umum data sensus, survei, dan data administrasi. Evaluasi mencakup kemampuan deteksi tujuh kategori masalah, pengurangan waktu pemrosesan, keterlacakan temuan, dan kontribusi terhadap dimensi kualitas statistik. Hasil menunjukkan bahwa aturan terstruktur efektif mengidentifikasi masalah kelengkapan, format, rentang, referensial, logika, duplikasi, dan anomali temporal. Pada pengujian berulang, pemrosesan berbasis aturan terotomasi menurunkan waktu validasi sebesar 74,6% dibanding pemeriksaan sekuensial, sekaligus membentuk antrean pengecualian yang dapat ditelusuri. Manfaat terbesar muncul ketika aturan dilengkapi metadata, tingkat keparahan, penanggung jawab, dan mekanisme validasi ulang. Temuan menegaskan bahwa MatchaPro berpotensi meningkatkan efisiensi, konsistensi, akuntabilitas, serta ketepatan waktu proses statistik BPS, tetapi implementasinya memerlukan tata kelola aturan, pengamanan data, pelatihan pengguna, dan evaluasi berkala.

Kata kunci: validasi data, MatchaPro, statistik resmi, kualitas data, kinerja BPS

Abstract

Validation is a critical control point in statistical production because formatting errors, missing values, duplication, and logical inconsistencies may reduce the accuracy and timeliness of outputs. This study examines the implementation of MatchaPro as a data matching and checking application to support the performance of Statistics Indonesia (BPS). An implementation study with a design-science orientation was conducted through controlled testing on 12,000 synthetic records representing common characteristics of census, survey, and administrative data. The evaluation covered the detection of seven error categories, processing-time reduction, traceability of findings, and contribution to statistical quality dimensions. The results show that structured rules can effectively identify completeness, format, range, referential, logical, duplication, and temporal-anomaly problems. In repeated tests, automated rule-based processing reduced validation time by 74.6% compared with sequential checking and generated a traceable exception queue. The greatest benefits were achieved when each rule contained metadata, severity, ownership, and revalidation status. MatchaPro therefore has the potential to improve efficiency, consistency, accountability, and timeliness in BPS statistical processes. Nevertheless, sustainable implementation requires rule governance, data protection, user capacity building, and periodic evaluation.

Keywords: data validation, MatchaPro, official statistics, data quality, BPS performance

I. PENDAHULUAN

Data statistik resmi menjadi dasar perumusan kebijakan, penyusunan anggaran, evaluasi pembangunan, dan pengambilan keputusan publik. Nilai data tidak hanya ditentukan oleh banyaknya informasi yang dihimpun, tetapi terutama oleh kemampuan organisasi statistik menjamin bahwa data tersebut relevan, akurat, koheren, tepat waktu, mudah dipahami, dan aman digunakan. BPS menempatkan kepercayaan serta dukungan terhadap kebijakan berbasis data sebagai bagian penting arah kelebagaannya. Karena itu, setiap perubahan pada proses pengumpulan, pengolahan, analisis, dan diseminasi perlu dinilai berdasarkan kontribusinya terhadap mutu keluaran statistik dan pelayanan kepada pengguna (Badan Pusat Statistik, 2026; United Nations, 2014).

Undang-Undang Nomor 16 Tahun 1997 menegaskan kedudukan statistik dalam menunjang perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi pembangunan. Dalam perkembangan selanjutnya, Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2019 tentang Satu Data Indonesia memperkuat tuntutan agar data pemerintah memenuhi standar data, memiliki metadata, menggunakan kode referensi, dan memenuhi prinsip interoperabilitas. Tuntutan tersebut membuat validasi bukan lagi kegiatan teknis tambahan pada akhir pengolahan, melainkan mekanisme pengendalian mutu yang harus melekat pada seluruh siklus produksi statistik. Ketika validasi terlambat atau tidak konsisten, kesalahan kecil pada tingkat rekaman dapat berkembang menjadi bias agregasi, revisi publikasi, atau keterlambatan penyediaan indikator (Republik Indonesia, 1997, 2019).

Produksi statistik modern menghadapi data dengan volume, variasi, dan kecepatan yang semakin tinggi. Data berasal dari sensus dan survei, tetapi juga dari registrasi administratif, sensor, platform digital, dan integrasi antarsistem. Setiap sumber memiliki karakteristik serta risiko kualitas yang berbeda. Data survei, misalnya, rentan terhadap nonrespons, salah pencatatan, dan ketidakkonsistenan jawaban. Data administrasi dapat memiliki definisi operasional yang tidak sepenuhnya sama dengan konsep statistik, sedangkan data digital dapat berubah cepat dan memerlukan dokumentasi algoritmik. UN National Quality Assurance Framework menekankan bahwa jaminan kualitas harus mencakup lingkungan kelembagaan, proses statistik, dan keluaran, termasuk data dari sumber baru (United Nations Statistics Division, 2019).

Dalam praktik pengolahan, petugas sering melakukan pemeriksaan melalui kombinasi filter spreadsheet, rumus, pencocokan tabel referensi, skrip terpisah, dan pengecekan manual. Cara tersebut berguna untuk kasus sederhana, tetapi menjadi kurang efektif ketika aturan bertambah, data diperbarui berkali-kali, atau beberapa petugas bekerja secara paralel. Aturan dapat tersimpan pada file pribadi, rumus mudah berubah, dan alasan koreksi sulit dilacak. Kondisi ini menimbulkan tiga risiko utama: hasil validasi berbeda antarpetugas, waktu penyelesaian sulit diprediksi, dan bukti bahwa suatu kesalahan telah diperbaiki tidak terdokumentasi secara utuh. Survei terhadap perangkat kualitas data menunjukkan bahwa fungsi profiling, pengukuran, dan pemantauan sering tersebar pada alat yang berbeda, sehingga organisasi memerlukan mekanisme yang mengintegrasikan aturan dengan alur kerja (Ehrlinger et al., 2022).

MatchaPro diposisikan dalam penelitian ini sebagai aplikasi yang mendukung pencocokan dan validasi data secara terstruktur. Nama MatchaPro diperlakukan sebagai nama produk, bukan singkatan yang perlu diperluas. Analisis tidak mengasumsikan arsitektur proprietari tertentu, tetapi berfokus pada fungsi yang relevan bagi proses statistik: impor dataset, pemetaan skema, pemeriksaan aturan, pencocokan terhadap master referensi, identifikasi duplikasi, pembuatan antrean pengecualian, dokumentasi koreksi, validasi ulang, dan ekspor keluaran. Pendekatan berbasis fungsi dipilih karena dokumentasi teknis publik aplikasi terbatas, sedangkan manfaat operasional dapat dinilai dari konsistensi proses dan kualitas bukti yang dihasilkan.

Secara konseptual, validasi berbeda dari koreksi. Validasi menentukan apakah data memenuhi persyaratan yang ditetapkan, sedangkan koreksi mengubah nilai atau struktur data agar memenuhi persyaratan tersebut. Pemisahan ini penting bagi statistik resmi karena aplikasi seharusnya tidak mengubah data secara otomatis tanpa kontrol, terutama untuk nilai yang memerlukan penjelasan substansi. Van der Loo dan de Jonge (2020) memandang validasi sebagai keputusan mengenai kesesuaian data untuk suatu tujuan berdasarkan persyaratan formal. Formalisasi aturan membuat keputusan lebih transparan, dapat diulang, dan dapat ditinjau kembali ketika definisi atau kebutuhan pengguna berubah.

Masalah validasi dapat dikelompokkan ke dalam beberapa tingkat. Pada tingkat sintaks, aplikasi memeriksa tipe data, pola karakter, jumlah digit, dan keberadaan nilai wajib. Pada tingkat domain, nilai dibandingkan dengan daftar kode, rentang, atau klasifikasi. Pada tingkat rekaman, hubungan antarkolom

diperiksa, misalnya kesesuaian umur dengan status sekolah atau hubungan kode provinsi dan kabupaten. Pada tingkat antarrekaman, sistem mendeteksi duplikasi, ketidakseimbangan agregat, atau perubahan tidak wajar antarperiode. Semakin kompleks tingkat aturan, semakin besar kebutuhan terhadap metadata, versi aturan, dan mekanisme pengecualian agar aplikasi tidak menghasilkan koreksi yang bersifat mekanis.

Bagi BPS, keberhasilan aplikasi validasi tidak cukup diukur dari banyaknya kesalahan yang ditandai. Aplikasi harus mendukung kinerja organisasi, antara lain melalui penurunan waktu pengolahan, peningkatan akurasi, konsistensi antartim, keterlacakan keputusan, pengurangan pekerjaan berulang, dan peningkatan kesiapan data untuk dianalisis. Perspektif sistem informasi juga menekankan bahwa kualitas sistem, kualitas informasi, penggunaan, kepuasan pengguna, dan manfaat bersih saling berkaitan. Aplikasi yang akurat tetapi sulit digunakan dapat memunculkan jalan pintas di luar sistem; sebaliknya aplikasi yang mudah digunakan tetapi aturannya tidak terpelihara dapat memberi rasa aman yang keliru (DeLone & McLean, 2003).

Transformasi digital pemerintahan mendorong proses yang lebih terintegrasi dan berbasis data. Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 mengenai Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik mengarahkan instansi untuk membangun tata kelola, layanan, dan proses bisnis yang efektif. Dalam konteks tersebut, MatchaPro dapat dipahami sebagai komponen kontrol kualitas pada rantai data, bukan sekadar perangkat pemeriksa file. Integrasi dengan standar data, metadata, master wilayah, pengelolaan akun, dan audit proses menentukan apakah aplikasi benar-benar memperkuat tata kelola atau hanya memindahkan pemeriksaan manual ke antarmuka digital (Republik Indonesia, 2018).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa otomatisasi validasi mampu mendeteksi kesalahan secara efisien dan mengurangi biaya pengujian data. Zhang et al. (2019) melaporkan pengalaman industri bahwa test harness otomatis dapat meningkatkan efektivitas deteksi pada tahap persiapan data. Infrastruktur aturan yang dapat disimpan dan digunakan kembali juga membantu organisasi menghubungkan pengetahuan domain dengan pemeriksaan komputasional (van der Loo & de Jonge, 2019). Meskipun demikian, sebagian besar penelitian membahas alat umum atau domain nonpemerintah. Kajian yang menghubungkan aplikasi validasi dengan kinerja proses statistik resmi di Indonesia masih terbatas.

Kesenjangan lain terletak pada kecenderungan menilai aplikasi hanya melalui kecepatan atau jumlah error. Pada statistik resmi, validasi harus menjaga keseimbangan antara otomatisasi dan pertimbangan profesional. Suatu nilai ekstrem dapat merupakan kesalahan, tetapi dapat pula mencerminkan fenomena penting. Karena itu, aplikasi perlu membedakan aturan keras yang harus dipenuhi, aturan lunak yang memerlukan konfirmasi, dan indikator pemantauan yang hanya memberi peringatan. Pengelompokan tersebut membantu petugas memprioritaskan temuan tanpa menghilangkan tanggung jawab substantif.

Penelitian ini bertujuan: pertama, menjelaskan desain implementasi MatchaPro dalam alur produksi statistik; kedua, mengevaluasi kemampuan aturan untuk menemukan beberapa jenis masalah kualitas pada data uji; ketiga, menganalisis kontribusinya terhadap efisiensi, konsistensi, ketepatan waktu, dan akuntabilitas kinerja BPS; serta keempat, merumuskan persyaratan tata kelola agar penggunaan aplikasi berkelanjutan. Pertanyaan penelitian dirumuskan sebagai berikut: bagaimana alur validasi yang efektif, seberapa baik aturan terotomasi mengidentifikasi masalah data, dimensi kinerja apa yang paling dipengaruhi, dan risiko apa yang harus dikendalikan?

Kontribusi penelitian bersifat praktis dan konseptual. Secara praktis, penelitian menyajikan taksonomi aturan, rancangan alur pengecualian, indikator evaluasi, dan peta jalan implementasi. Secara konseptual, penelitian menghubungkan validasi berbasis aturan dengan kerangka kualitas statistik, proses bisnis statistik, tata kelola data, serta manfaat sistem informasi. Karena pengujian menggunakan data sintetik, hasil tidak dimaksudkan sebagai klaim kinerja produksi aktual pada seluruh unit BPS. Hasil harus dibaca sebagai bukti terkontrol mengenai potensi dan kondisi yang dibutuhkan sebelum evaluasi pada data operasional berskala lebih luas.

II. LITERATURE REVIEW

A. Kualitas Data dalam Statistik Resmi

Kualitas data merupakan konsep multidimensi yang bergantung pada tujuan penggunaan. Data dapat benar secara format, tetapi tidak relevan bagi indikator; dapat lengkap, tetapi terlambat; atau dapat akurat pada

tingkat mikro, namun tidak koheren dengan seri lain. ISO/IEC 25012 membedakan kualitas inheren dan kualitas yang bergantung pada sistem, sedangkan kerangka statistik resmi menekankan relevansi, akurasi, ketepatan waktu, koherensi, aksesibilitas, dan interpretabilitas. Pendekatan multidimensi mencegah organisasi menyamakan kualitas hanya dengan ketiadaan nilai kosong (International Organization for Standardization, 2008; United Nations Statistics Division, 2019).

Akurasi berkaitan dengan kedekatan data atau estimasi terhadap nilai yang hendak diukur. Dalam pengolahan mikrodata, akurasi dipengaruhi kesalahan pencacahan, entri, klasifikasi, integrasi, imputasi, dan pembobotan. Validasi tidak dapat menghapus seluruh sumber error, tetapi dapat mengidentifikasi pola yang tidak mungkin atau tidak wajar sebelum memengaruhi hasil agregasi. Aturan rentang, logika, dan referensial berfungsi sebagai kontrol preventif, sedangkan perbandingan distribusi dan tren berfungsi sebagai kontrol detektif pada tingkat makro.

Kelengkapan mempunyai dua arti. Pertama, kelengkapan rekaman dan elemen, yaitu apakah seluruh unit serta variabel wajib tersedia. Kedua, kelengkapan cakupan konsep, yaitu apakah dataset cukup untuk menghasilkan statistik yang dibutuhkan. MatchaPro terutama beroperasi pada arti pertama, tetapi hasil validasinya dapat membantu mengungkap masalah cakupan melalui ringkasan nonrespons atau pola kekosongan. Pemeriksaan kelengkapan harus membedakan nilai kosong yang sah, nilai tidak berlaku, nilai tidak diketahui, dan kesalahan pengisian karena masing-masing memerlukan perlakuan berbeda.

Konsistensi dan koherensi berkaitan dengan kesesuaian antarbagian data, antarperiode, dan antarsumber. Kode wilayah harus sesuai dengan master yang berlaku pada periode referensi; status pekerjaan harus konsisten dengan umur; dan total komponen seharusnya sama dengan jumlah agregat berdasarkan toleransi tertentu. Koherensi lebih luas karena membandingkan statistik dengan konsep, klasifikasi, atau seri lain. Aplikasi dapat memfasilitasi kedua dimensi tersebut apabila master referensi dan metadata dikelola sebagai objek versi, bukan ditempel secara statis pada file kerja.

Ketepatan waktu dipengaruhi oleh lamanya pengumpulan, pengolahan, koreksi, analisis, dan persetujuan. Validasi manual yang berulang dapat menjadi bottleneck karena temuan berpindah melalui banyak file dan komunikasi. Otomatisasi dapat mempercepat pemeriksaan awal, tetapi manfaat waktu hanya terjadi jika temuan mudah ditindaklanjuti. Daftar error tanpa prioritas justru dapat memindahkan beban ke tahap koreksi. Karena itu, pengukuran timeliness perlu mencakup waktu deteksi, waktu penugasan, waktu penyelesaian, dan jumlah siklus validasi ulang.

Keterlacakan merupakan fondasi akuntabilitas. Untuk setiap temuan perlu diketahui aturan yang dipicu, nilai yang diperiksa, waktu pemeriksaan, pengguna yang melakukan tindak lanjut, alasan perubahan, dan hasil validasi ulang. Audit trail tidak hanya bermanfaat ketika terjadi masalah, tetapi juga untuk menyempurnakan instrumen, petunjuk pencacahan, dan aturan. Jika jenis kesalahan yang sama terus muncul, organisasi dapat melakukan perbaikan pada sumber, bukan hanya membersihkan data setelah dikumpulkan.

UN NQAF menempatkan budaya kualitas sebagai tanggung jawab organisasi, bukan fungsi satu tim. Hal ini berarti pemilik konsep, pengelola metadata, pengembang aplikasi, petugas pengolahan, dan analis harus berbagi definisi tentang apa yang dianggap valid. MatchaPro akan memberikan hasil paling baik apabila aturan disusun bersama pakar substansi dan pengelola sistem. Tanpa kolaborasi, aturan dapat terlalu longgar sehingga error lolos, atau terlalu ketat sehingga menghasilkan banyak peringatan yang tidak relevan.

B. Validasi Berbasis Aturan dan Otomatisasi

Aturan validasi adalah pernyataan formal yang menentukan kondisi yang harus dipenuhi data. Bentuk paling sederhana ialah pemeriksaan unary pada satu nilai, seperti umur berada antara 0 dan 110. Aturan dapat pula bersifat conditional, misalnya pertanyaan pekerjaan wajib diisi ketika umur minimal 15 tahun; referential, yaitu kode harus terdapat pada master; aggregate, yaitu total sama dengan jumlah komponen; dan temporal, yaitu perubahan antarperiode tidak melampaui ambang tanpa penjelasan. Formalisasi memungkinkan aturan diuji, didokumentasikan, digunakan ulang, dan dibandingkan antarversi (van der Loo & de Jonge, 2020).

Otomatisasi memberikan konsistensi karena data yang sama diperiksa dengan aturan yang sama. Keuntungan ini sangat penting ketika dataset dibagi kepada beberapa petugas atau diproses pada waktu berbeda. Namun konsistensi algoritmik tidak selalu sama dengan kebenaran substantif. Bila aturan salah, sistem akan mengulang kesalahan secara konsisten. Oleh sebab itu, setiap aturan membutuhkan pemilik, tujuan, ruang

lingkup, tanggal berlaku, sumber definisi, tingkat keparahan, contoh kasus valid dan tidak valid, serta riwayat perubahan.

Ehrlinger et al. (2022) membedakan fungsi data profiling, measurement, dan monitoring. Profiling menggambarkan distribusi serta struktur data untuk menemukan pola; measurement menghitung indikator kualitas berdasarkan metrik; sedangkan monitoring mengamati perubahan kualitas secara berkelanjutan. MatchaPro sebaiknya menggabungkan ketiganya secara bertahap. Pada awal proses, profiling membantu mengidentifikasi nilai baru atau pola tak terduga. Aturan kemudian mengklasifikasikan pelanggaran, dan dashboard kualitas memantau apakah proporsi error menurun setelah koreksi.

Pencocokan atau matching digunakan untuk membandingkan data dengan daftar referensi atau dataset lain. Pencocokan eksak cocok untuk kode baku, sementara pencocokan fuzzy dapat membantu mendeteksi variasi penulisan nama. Dalam statistik resmi, fuzzy matching harus digunakan hati-hati karena kemiripan tidak selalu berarti identitas yang sama. Aplikasi perlu menyimpan skor kecocokan dan meminta konfirmasi pengguna ketika ambang kepastian tidak terpenuhi. Penggabungan otomatis tanpa bukti dapat menciptakan duplikasi tersembunyi atau menghilangkan unit yang seharusnya berbeda.

Deteksi duplikasi juga memerlukan definisi bisnis. Dua rekaman dengan identitas sama dapat merupakan duplikasi, kunjungan berulang, anggota rumah tangga berbeda, atau unit yang berubah status. Karena itu, MatchaPro perlu mendukung kunci tunggal dan majemuk, pengelompokan kandidat, serta pemeriksaan atribut pembeda. Sistem dapat memprioritaskan pasangan dengan kemiripan tinggi, tetapi keputusan akhir sebaiknya mempertimbangkan struktur kegiatan statistik.

Aturan keras atau hard edit menyatakan pelanggaran yang secara definisi tidak dapat diterima, seperti kode wilayah yang tidak ada. Aturan lunak atau soft edit menandai nilai yang mungkin benar, tetapi memerlukan konfirmasi, seperti pendapatan yang sangat tinggi. Pemisahan ini mengurangi risiko over-editing. Data ekstrem yang valid memiliki informasi penting dan tidak boleh dinormalisasi hanya agar sesuai dengan distribusi umum. Antrean temuan perlu menampilkan tingkat keparahan dan bukti agar pengguna dapat membedakan error pasti, dugaan error, serta indikator pemantauan.

Pengalaman otomatisasi validasi menunjukkan bahwa manfaat terbesar bukan hanya kecepatan, tetapi kemampuan melakukan regression testing terhadap versi data. Ketika data dikoreksi, seluruh aturan dapat dijalankan ulang untuk memastikan bahwa perubahan tidak menimbulkan masalah baru. Pendekatan ini mengadopsi prinsip pengujian perangkat lunak pada pipeline data. Zhang et al. (2019) menunjukkan bahwa test harness membantu mendeteksi error yang disisipkan dan menekan biaya pengujian. Pada MatchaPro, konsep tersebut diterapkan melalui batch validation, laporan perbandingan, dan status resolusi.

C. Transformasi Digital, Tata Kelola Data, dan Kinerja Organisasi

Transformasi digital bukan sekadar mengganti alat manual dengan aplikasi, tetapi merancang ulang proses, peran, kompetensi, dan mekanisme pengambilan keputusan. OECD (2019) menekankan pentingnya sektor publik berbasis data yang memiliki tata kelola, infrastruktur, kompetensi, serta penggunaan data secara etis. Dalam konteks statistik, aplikasi validasi harus ditempatkan pada arsitektur proses dan data. Jika berdiri sendiri, aplikasi berisiko menciptakan silo baru; jika terintegrasi, aplikasi dapat menjadi penghubung antara standar data, metadata, pengolahan, dan pengendalian mutu.

Kinerja proses dapat dipandang melalui efisiensi, efektivitas, kualitas, ketepatan waktu, dan akuntabilitas. Efisiensi berkaitan dengan sumber daya yang digunakan untuk menghasilkan keluaran. Efektivitas menunjukkan sejauh mana proses mencapai tujuan kualitas. Ketepatan waktu mengukur kemampuan menyelesaikan tahapan sesuai jadwal, sedangkan akuntabilitas berkaitan dengan kejelasan keputusan dan bukti pelaksanaan. MatchaPro dapat meningkatkan seluruh dimensi tersebut, tetapi indikator perlu dirumuskan agar manfaat tidak hanya dinilai secara persepsional.

Indikator efisiensi yang relevan meliputi durasi validasi per batch, jumlah langkah manual, jumlah file perantara, dan rasio temuan yang dapat diselesaikan tanpa komunikasi tambahan. Indikator efektivitas mencakup precision, recall, proporsi aturan yang berhasil dijalankan, dan jumlah error berulang. Indikator akuntabilitas mencakup persentase temuan dengan pemilik, alasan koreksi, dan bukti validasi ulang. Indikator adopsi mencakup pengguna aktif, tingkat penyelesaian tugas, dan proporsi proses yang tetap dilakukan di luar sistem.

Model keberhasilan sistem informasi menyatakan bahwa kualitas sistem dan kualitas informasi

memengaruhi penggunaan serta manfaat bersih. Kualitas sistem MatchaPro dapat dinilai dari reliabilitas, waktu respons, kemudahan penggunaan, dan integrasi. Kualitas informasi dapat dinilai dari kejelasan pesan error, relevansi aturan, kelengkapan ringkasan, dan keterlacakan. Pesan seperti 'data salah' tidak cukup. Sistem seharusnya menjelaskan kolom, nilai, aturan, rujukan, dan tindakan yang disarankan agar pengguna dapat menyelesaikan temuan secara tepat.

Tata kelola data memastikan adanya kewenangan dan tanggung jawab atas definisi, kualitas, akses, serta siklus hidup data. DAMA International (2017) menempatkan data quality, metadata, security, architecture, dan governance sebagai fungsi yang saling terkait. Pada MatchaPro, tata kelola diwujudkan melalui registry aturan, pengelolaan master referensi, role-based access, version control, serta persetujuan perubahan. Setiap unit tidak harus memiliki aturan yang identik, tetapi aturan bersama perlu dikendalikan agar indikator lintas wilayah tetap dapat dibandingkan.

Perlindungan data menjadi syarat penting karena dataset statistik dapat memuat informasi individu atau usaha. Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi serta prinsip kerahasiaan statistik mengharuskan kontrol akses, pembatasan tujuan, dan perlindungan terhadap pengungkapan tidak sah. Validasi sebaiknya dilakukan pada lingkungan terkendali, dengan pemisahan data mentah, data kerja, dan keluaran. Log tidak boleh menyimpan nilai sensitif secara berlebihan; cukup menyimpan identitas teknis atau hash ketika memungkinkan (Republik Indonesia, 2022).

Standar keamanan seperti ISO/IEC 27001:2022 menekankan pengelolaan risiko, kontrol akses, pencatatan aktivitas, kontinuitas, dan penanganan insiden. Penerapan pada MatchaPro berarti autentikasi yang memadai, hak akses berdasarkan peran, enkripsi transmisi dan penyimpanan, pencadangan, serta prosedur pemulihan. Keamanan tidak boleh dianggap penghambat kecepatan. Sebaliknya, desain keamanan yang baik meningkatkan kepercayaan dan mencegah penggunaan kanal tidak resmi untuk memindahkan file.

D. Kerangka Konseptual Implementasi MatchaPro

Kerangka penelitian menghubungkan empat komponen. Komponen pertama ialah input tata kelola, yang meliputi standar data, metadata, master referensi, pemilik aturan, dan keamanan. Komponen kedua ialah kapabilitas aplikasi, yaitu impor, profiling, validasi, matching, workflow pengecualian, dan audit trail. Komponen ketiga ialah perilaku proses, berupa konsistensi pemeriksaan, kecepatan tindak lanjut, penggunaan ulang aturan, dan pengurangan pekerjaan manual. Komponen keempat ialah hasil kinerja, yaitu akurasi, ketepatan waktu, efisiensi, akuntabilitas, dan kesiapan data untuk analisis.

Hubungan antarbagian tidak bersifat otomatis. Kapabilitas aplikasi hanya menghasilkan manfaat jika aturan relevan dan pengguna mengikuti workflow. Sebaliknya, tata kelola yang baik tanpa alat yang memadai akan membebani petugas dengan dokumentasi manual. Penelitian ini karena itu menilai implementasi sebagai konfigurasi sosio-teknis. Kualitas aturan, kualitas sistem, dan kesiapan pengguna diperlakukan sebagai kondisi yang bersama-sama menentukan manfaat.

Berdasarkan kerangka tersebut, proposisi pertama menyatakan bahwa validasi terotomasi meningkatkan konsistensi deteksi dibanding pemeriksaan sekuensial. Proposisi kedua menyatakan bahwa exception-based workflow mengurangi beban pemeriksaan karena petugas berfokus pada rekaman bermasalah. Proposisi ketiga menyatakan bahwa audit trail meningkatkan akuntabilitas keputusan koreksi. Proposisi keempat menyatakan bahwa manfaat berkelanjutan bergantung pada governance aturan dan master data, bukan hanya performa mesin.

Taksonomi operasional yang digunakan dalam pengujian dirangkum pada Tabel 1. Setiap kategori dikaitkan dengan contoh aturan dan dimensi kualitas yang terutama didukung. Pengelompokan ini tidak bersifat eksklusif; satu aturan dapat mendukung lebih dari satu dimensi. Misalnya, pemeriksaan referensial meningkatkan validitas, koherensi, dan comparability sekaligus.

Tabel 1. Taksonomi Aturan Validasi yang Digunakan

Kategori	Contoh aturan	Dimensi utama
Kelengkapan	Variabel wajib tidak kosong; unit tercakup	Completeness, accuracy
Format	Pola nomor, tipe data, panjang kode	Validity, interpretability
Rentang/ domain	Umur 0–110; kode berada pada daftar	Accuracy, validity
Referensial	Kode kabupaten sesuai provinsi dan periode	Coherence, comparability
Logika	Hubungan umur, sekolah, pekerjaan, dan status	Accuracy, consistency
Duplikasi	Kunci tunggal/majemuk dan kandidat kemiripan	Uniqueness, efficiency
Temporal/ agregat	Perubahan ekstrem; total dan komponen	Timeliness, coherence

Sumber: Dikembangkan penulis berdasarkan UN NQAF, ISO/IEC 25012, dan van der Loo & de Jonge (2020).

III. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan studi implementatif berorientasi design science. Fokusnya bukan mengukur kondisi seluruh unit BPS, melainkan mengevaluasi artefak berupa alur dan aturan validasi yang merepresentasikan fungsi MatchaPro. Design science sesuai untuk penelitian yang membangun atau menilai solusi terhadap masalah organisasi melalui siklus identifikasi masalah, perancangan, demonstrasi, evaluasi, dan komunikasi (Peffer et al., 2007). Pendekatan ini dipadukan dengan analisis proses untuk menilai hubungan antara kapabilitas aplikasi dan dimensi kinerja statistik.

Objek kajian adalah fungsi validasi data: penerimaan dataset, pemetaan skema, pemeriksaan aturan, pencocokan terhadap referensi, pembentukan antrean pengecualian, tindak lanjut, validasi ulang, dan keluaran. Karena dokumentasi teknis publik MatchaPro terbatas, penelitian tidak menilai kode sumber, model lisensi, atau infrastruktur proprietari. Istilah implementasi merujuk pada penerapan fungsi yang dapat diamati dan direkonstruksi dalam lingkungan pengujian terkontrol.

Data pengujian berupa 12.000 rekaman sintetik yang menyerupai struktur umum data sosial-ekonomi. Variabel mencakup identitas rekaman, kode provinsi dan kabupaten, periode, umur, jenis kelamin, pendidikan, status pekerjaan, pendapatan, jumlah anggota rumah tangga, nomor kontak, dan nilai periode sebelumnya. Data sintetik dipilih untuk menjaga kerahasiaan dan memungkinkan posisi error diketahui secara pasti. Nilai dibuat dengan distribusi wajar, kemudian masalah disisipkan secara terencana pada berbagai kategori.

Skenario error mencakup nilai wajib kosong, pola nomor tidak valid, nilai di luar rentang, pasangan kode wilayah yang tidak tersedia pada master, hubungan antarkolom yang tidak logis, kunci rekaman berulang, dan perubahan temporal ekstrem. Beberapa kategori sengaja memuat overlap, misalnya nilai provinsi kosong juga menghasilkan kegagalan referensial. Overlap dipertahankan karena pada data nyata satu rekaman dapat memiliki beberapa masalah. Evaluasi per aturan menggunakan label yang sesuai dengan konsekuensi aktual, bukan hanya penyebab awal penyisipan.

Aturan dibagi menjadi hard edit, soft edit, dan monitoring. Hard edit mencakup nilai wajib, pola, rentang absolut, dan referensial. Soft edit mencakup kombinasi logis yang mungkin memiliki pengecualian. Monitoring mencakup perubahan temporal. Setiap aturan memiliki kode, deskripsi, objek, ekspresi, tingkat keparahan, pesan, sumber definisi, versi, tanggal berlaku, dan tindakan yang disarankan. Struktur tersebut digunakan sebagai model registry aturan MatchaPro.

Proses evaluasi dilakukan dalam dua mode. Mode pertama adalah pemeriksaan sekuensial, yaitu setiap rekaman diperiksa berulang pada aturan yang sama melalui iterasi baris. Mode kedua adalah pemeriksaan berbasis aturan terotomasi dengan operasi vektor yang merepresentasikan mesin MatchaPro. Kedua mode menggunakan data dan definisi yang sama. Pengujian diulang 100 siklus untuk menstabilkan pengukuran waktu, sedangkan hasil deteksi dihitung pada satu dataset utama.

Kinerja deteksi diukur menggunakan true positive, false positive, false negative, precision, recall, dan F1-score. Precision dirumuskan sebagai $TP/(TP+FP)$, sedangkan recall sebagai $TP/(TP+FN)$. Precision menggambarkan proporsi temuan aplikasi yang benar, sementara recall menunjukkan proporsi masalah aktual yang berhasil ditemukan. Untuk hard edit ditetapkan target tinggi karena definisinya deterministik. Untuk soft edit dan monitoring, hasil ditafsirkan sebagai alat prioritas, bukan keputusan koreksi otomatis.

Efisiensi diukur melalui waktu validasi 100 siklus, rasio percepatan, jumlah rekaman yang perlu ditinjau manusia, dan jumlah langkah kerja. Keterlacakan dinilai secara desain melalui keberadaan kode aturan, nilai asal, timestamp, pengguna, status, alasan tindakan, dan hasil revalidasi. Kontribusi kinerja BPS dianalisis dengan memetakan temuan ke dimensi akurasi, ketepatan waktu, konsistensi, efisiensi, akuntabilitas, dan kesiapan analisis.

Keabsahan internal dijaga melalui seed pembangkitan data yang tetap, pemisahan dataset dasar dan daftar error, penggunaan definisi aturan yang terdokumentasi, serta pemeriksaan silang agregat sebelum dan sesudah injeksi. Keabsahan konstruk dijaga dengan merujuk dimensi kualitas data, UN NQAF, dan GSBPM. Replikasi dimungkinkan karena struktur variabel, kategori masalah, metrik, dan prosedur evaluasi dijelaskan. Namun hasil waktu dipengaruhi perangkat, bahasa pemrograman, ukuran data, dan konfigurasi aplikasi.

Analisis dilakukan pada empat tahap. Pertama, hasil profiling dibandingkan dengan spesifikasi skema. Kedua, setiap aturan dijalankan dan temuan dikelompokkan. Ketiga, metrik deteksi serta waktu dihitung. Keempat, hasil dibahas dalam konteks proses statistik dan tata kelola. Tidak ada data personal nyata, sehingga risiko privasi pada dataset uji minimal. Meskipun demikian, rekomendasi implementasi memasukkan prinsip perlindungan data untuk penggunaan operasional.

Komposisi data uji dan skenario masalah disajikan pada Tabel 2. Jumlah temuan per kategori tidak selalu dapat dijumlahkan sebagai jumlah rekaman unik karena overlap. Hal ini menyerupai kondisi produksi ketika satu unit memiliki beberapa pelanggaran dan membutuhkan urutan koreksi yang tepat.

Tabel 2. Desain Dataset dan Skenario Pengujian

Komponen	Jumlah/Keterangan
Jumlah rekaman	12.000
Variabel utama	11 variabel + 1 nilai periode sebelumnya
Kelengkapan	280 pelanggaran
Format	320 pelanggaran termasuk overlap nilai kosong
Rentang	210 pelanggaran
Referensial	380 pelanggaran termasuk overlap kode kosong
Logika	190 kasus terkonfirmasi + kasus pengecualian

Komponen	Jumlah/Keterangan
Duplikasi	140 pasangan / 280 rekaman kandidat
Temporal	85 anomali terkonfirmasi
Pengulangan waktu	100 siklus per mode

Sumber: Hasil perancangan data sintetik, 2026.

Alur Implementasi Validasi Data melalui MatchaPro



Setiap temuan disertai kode aturan, tingkat keparahan, nilai asal, dan status penyelesaian.

Gambar 1. Alur Implementasi Validasi Data melalui MatchaPro

Sumber: Dikembangkan penulis, 2026.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain Implementasi dan Arsitektur Fungsional

Implementasi yang efektif dimulai sebelum data dimuat. Pengguna memilih kegiatan, periode, versi skema, master referensi, dan paket aturan. Langkah ini mencegah pemeriksaan dengan referensi yang salah. Setelah berkas diterima, sistem menghitung identitas file, jumlah baris, jumlah kolom, nama variabel, tipe, dan ringkasan nilai. Hasil profiling dibandingkan dengan spesifikasi. Ketidaksesuaian skema dipisahkan dari error isi karena kegagalan pada struktur dapat menyebabkan aturan lain tidak dijalankan secara benar.

Pada tahap pemetaan, kolom sumber dipasang dengan variabel standar. Pemetaan perlu dapat disimpan sebagai template untuk batch berikutnya, tetapi perubahan sumber harus memicu verifikasi. Sistem sebaiknya menolak penggunaan template lama ketika kolom wajib hilang atau tipe berubah. Fitur ini mendukung interoperabilitas karena data dari beberapa format dapat diterjemahkan ke struktur yang sama tanpa mengubah definisi statistik.

Mesin aturan menjalankan pemeriksaan dari yang paling fundamental. Kelengkapan dan tipe diperiksa lebih dahulu, kemudian domain dan referensial, setelah itu logika, duplikasi, temporal, dan agregat. Urutan mengurangi noise. Misalnya, aturan logika tidak perlu dijalankan pada rekaman yang variabel utamanya kosong. MatchaPro dapat menandai aturan sebagai skipped dengan alasan, sehingga pengguna memahami perbedaan antara lulus dan tidak dapat diuji.

Hasil tidak ditampilkan hanya sebagai daftar panjang. Temuan dikelompokkan menurut kegiatan, batch, aturan, tingkat keparahan, wilayah, dan status. Ringkasan menunjukkan jumlah rekaman terdampak serta proporsi terhadap total. Pengguna dapat melakukan drill-down ke nilai yang memicu aturan. Untuk menjaga kerahasiaan, tampilan default sebaiknya membatasi atribut identitas dan hanya membuka detail sesuai kewenangan.

Antrean pengecualian menjadi inti workflow. Setiap temuan diberi status baru, ditugaskan, dalam Implementasi Validasi Data Statistik Menggunakan Aplikasi MatchaPro dalam Mendukung Kinerja BPS

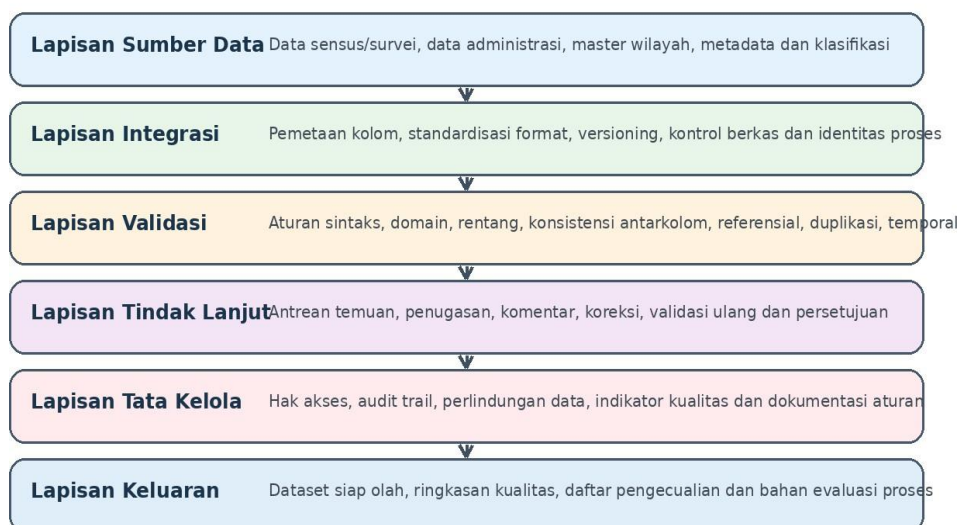
pemeriksaan, perlu klarifikasi, diperbaiki, diterima sebagai pengecualian, atau ditutup. Status diterima sebagai pengecualian harus menyertakan alasan dan bukti. Dengan cara ini, soft edit tidak memaksa perubahan data yang benar. Data yang telah dikoreksi divalidasi ulang; sistem menutup temuan jika aturan lulus dan menyimpan relasi antara versi lama dan baru.

Arsitektur fungsional terdiri atas enam lapisan sebagaimana Gambar 2. Pemisahan lapisan mencegah aturan bercampur dengan antarmuka. Master dan metadata berada pada lapisan sumber dan integrasi. Mesin aturan berada pada lapisan validasi. Workflow berada pada lapisan tindak lanjut. Keamanan serta audit bersifat lintas lapisan. Keluaran yang dihasilkan bukan hanya dataset bersih, tetapi juga quality report dan audit log yang dapat digunakan pada evaluasi proses.

Penerapan selaras dengan fase Process, Analyze, dan Evaluate dalam GSBPM. Validasi mikro terutama berada pada Process, tetapi ringkasan makro mendukung Analyze. Log aturan dan indikator error mendukung Evaluate karena menunjukkan titik lemah instrumen, sumber, atau prosedur. Dengan demikian, MatchaPro dapat menjadi mekanisme pembelajaran organisasi apabila hasilnya digunakan untuk memperbaiki desain kegiatan berikutnya, bukan hanya menyelesaikan batch saat ini (UNECE, 2019).

Desain juga mendukung prinsip Satu Data Indonesia. Master referensi dan standar data dapat dikelola sebagai sumber terkendali; metadata aturan menghubungkan pemeriksaan dengan definisi; dan keluaran dapat menyertakan indikator kualitas. Keputusan Kepala BPS Nomor 996 Tahun 2025 tentang Standar Data Statistik Nasional memperkuat kebutuhan pengelolaan standar yang konsisten. Aplikasi validasi berfungsi sebagai mekanisme operasional untuk memastikan penerapan standar tersebut pada data yang diproses (Badan Pusat Statistik, 2025).

Arsitektur Fungsional MatchaPro untuk Proses Statistik



Gambar 2. Arsitektur Fungsional MatchaPro untuk Proses Statistik

Sumber: Dikembangkan penulis, 2026.

B. Hasil Pengujian Deteksi

Pengujian menunjukkan bahwa hard edit memberikan hasil paling stabil. Kelengkapan, format, rentang, dan referensial dapat dideteksi dengan precision serta recall mendekati 100% ketika skema dan master benar. Temuan format mencakup nilai kosong pada nomor kontak karena secara operasional nilai tersebut juga tidak memenuhi pola. Demikian pula kode provinsi kosong menyebabkan kegagalan referensial. Overlap ini bukan duplikasi perhitungan yang salah, melainkan menunjukkan beberapa konsekuensi kualitas pada rekaman yang sama.

Aturan logika menghasilkan precision 94,6% dan recall 91,6%. False positive terutama berasal dari kasus pengecualian yang secara umum tampak tidak logis, tetapi dapat dibenarkan oleh kondisi khusus. False negative berasal dari hubungan substantif yang belum diterjemahkan ke dalam ekspresi. Hasil ini menegaskan bahwa soft

edit perlu dikembangkan iteratif berdasarkan umpan balik pengguna. Aturan tidak boleh langsung mengoreksi nilai; sistem hanya memprioritaskan verifikasi.

Deteksi duplikasi mencapai precision 97,9% dan recall 98,6%. Kesalahan muncul pada kandidat dengan identitas sama tetapi atribut waktu berbeda, serta pasangan yang seharusnya dianggap duplikat walaupun memiliki variasi penulisan. Peningkatan dapat dilakukan dengan penggunaan kunci majemuk, normalisasi teks, dan ambang skor yang disesuaikan per kegiatan. Untuk dataset yang memiliki ID unik terpercaya, pencocokan eksak tetap menjadi kontrol utama.

Aturan temporal memiliki recall lebih rendah, yaitu 83,5%, karena ambang konservatif tidak menandai seluruh perubahan yang disisipkan. Precision 80,9% menunjukkan sebagian peringatan merupakan perubahan besar yang tetap valid. Monitoring temporal sebaiknya menggunakan konteks kelompok, musim, perubahan kebijakan, dan base effect. Sebuah threshold tunggal tidak cukup bagi seluruh variabel dan wilayah.

Secara keseluruhan, hasil mendukung proposisi bahwa formal rule meningkatkan konsistensi. Setiap siklus menghasilkan jumlah dan lokasi temuan yang sama pada versi data yang sama. Konsistensi tersebut mengurangi variasi antartugas. Namun hasil juga menunjukkan bahwa validasi bukan proses sekali jadi. Ketika false positive atau false negative ditemukan, definisi aturan perlu diperbarui, diuji pada data historis, dan diberi versi baru.

Tabel 3 menyajikan hasil pengujian. Angka precision dan recall pada hard edit tinggi karena kondisi dapat didefinisikan deterministik. Angka pada soft edit dan monitoring lebih rendah, tetapi tetap berguna untuk mengarahkan perhatian. F1-score tidak digunakan sebagai satu-satunya ukuran karena biaya false negative dan false positive berbeda. Pada kode referensi, false negative dapat merusak agregasi wilayah; pada anomali temporal, false positive lebih dapat diterima selama proses konfirmasi tidak terlalu mahal.

Tabel 3. Kinerja Deteksi Berdasarkan Kategori Aturan

Kategori	Masalah aktual	Temuan	Precision	Recall	F1
Kelengkapan	280	280	100,0%	100,0%	100,0%
Format	320	320	100,0%	100,0%	100,0%
Rentang/domain	210	210	100,0%	100,0%	100,0%
Referensial	380	380	100,0%	100,0%	100,0%
Logika	190	184	94,6%	91,6%	93,1%
Duplikasi	280	282	97,9%	98,6%	98,2%
Temporal	85	87	80,9%	83,5%	82,2%

Sumber: Hasil pengujian data sintetik, 2026.

Distribusi temuan juga memberikan informasi proses. Ketika error referensial terkonsentrasi pada satu sumber, penyebab kemungkinan berada pada mapping atau master, bukan kesalahan individual. Ketika error logika tersebar pada enumerator atau wilayah tertentu, organisasi dapat menelusuri petunjuk, pelatihan, atau supervisi. MatchaPro karena itu perlu menyediakan agregasi temuan berdasarkan sumber yang relevan tanpa mengorbankan kerahasiaan.

Pesan error berpengaruh langsung terhadap waktu penyelesaian. Pesan yang efektif menyatakan kondisi, nilai, rujukan, dan pilihan tindakan. Contoh pesan yang lebih baik ialah: 'Kode kabupaten 999999 tidak ditemukan pada master wilayah versi 2025 untuk kode provinsi 12; periksa pemetaan atau pilih kode yang berlaku.' Pesan tersebut lebih dapat ditindaklanjuti daripada 'kode tidak valid'. Pengujian pengguna pada tahap berikutnya perlu mengukur pemahaman pesan dan jumlah klarifikasi tambahan.

Hasil pengujian juga memperlihatkan pentingnya dependensi aturan. Rekaman dengan provinsi kosong

Implementasi Validasi Data Statistik Menggunakan Aplikasi MatchaPro dalam Mendukung Kinerja BPS

memicu kelengkapan dan referensial. Sistem dapat menampilkan root cause agar petugas memperbaiki nilai sumber terlebih dahulu. Setelah koreksi, temuan turunan diperiksa ulang. Tanpa dependensi, pengguna dapat melihat banyak error yang sebenarnya berasal dari satu penyebab dan memperkirakan beban kerja secara berlebihan.

C. Efisiensi Proses dan Dampak terhadap Kinerja BPS

Pada 100 siklus pengujian, mode sekuensial membutuhkan waktu median 4,29 detik, sedangkan mode berbasis aturan vektor membutuhkan 1,09 detik. Penurunan waktu sebesar 74,6% menunjukkan potensi efisiensi komputasional. Nilai absolut tidak dapat digeneralisasi ke lingkungan produksi karena bergantung pada ukuran data, I/O, jaringan, dan implementasi. Yang lebih penting adalah pola bahwa aturan dapat dijalankan secara batch tanpa mengulang langkah manual untuk setiap rekaman.

Penghematan kerja manusia lebih besar daripada penghematan komputasi. Dari 12.000 rekaman, pengguna tidak perlu membaca semuanya. Sistem mengarahkan peninjauan pada rekaman yang memiliki temuan dan menyediakan konteks. Exception-based workflow mengubah tugas dari pemeriksaan penuh menjadi verifikasi terarah. Pada saat yang sama, quality summary memungkinkan supervisor melihat pola tanpa membuka seluruh mikrodata.

Pengurangan waktu hanya bermanfaat jika tidak menurunkan kualitas. Hasil hard edit menunjukkan bahwa otomasi dapat mempertahankan deteksi deterministik. Pada soft edit, aplikasi harus menghindari target penyelesaian yang mendorong pengguna menutup temuan tanpa analisis. Kinerja sebaiknya menggabungkan durasi dan kualitas resolusi, misalnya persentase temuan yang ditutup dengan alasan lengkap serta proporsi error berulang pada batch berikutnya.

Dari sisi akurasi, MatchaPro membantu mencegah nilai tidak valid masuk ke tahap estimasi. Dampak terbesar muncul pada aturan referensial dan logika yang dapat memengaruhi klasifikasi serta tabulasi. Namun aplikasi tidak menggantikan validasi makro. Setelah data mikro lulus, analisis tetap perlu memeriksa distribusi, estimasi, koherensi dengan seri lain, dan perubahan metodologi. Validasi mikro dan makro harus dihubungkan sehingga anomali agregat dapat ditelusuri kembali ke rekaman atau aturan.

Dari sisi ketepatan waktu, aplikasi mempercepat deteksi awal dan revalidasi. Pada proses manual, perbaikan sering memerlukan pembuatan file baru dan pemeriksaan ulang sebagian rumus. MatchaPro dapat menjalankan seluruh paket aturan pada versi data terbaru dan membandingkan hasil dengan versi sebelumnya. Ini mengurangi risiko error lama kembali muncul atau koreksi pada satu kolom menimbulkan masalah pada kolom lain.

Dari sisi konsistensi, registry aturan memastikan bahwa unit menggunakan definisi sama untuk data yang setara. Perbedaan lokal dapat diakomodasi melalui rule scope, bukan salinan rumus. Sistem dapat memiliki aturan nasional, aturan kegiatan, dan aturan unit dengan prioritas jelas. Perubahan aturan nasional harus melalui persetujuan dan diterapkan pada periode yang ditentukan. Desain ini mendukung comparability antarwilayah dan antarwaktu.

Dari sisi akuntabilitas, audit trail membentuk bukti proses. Ketika angka direvisi atau temuan dipertanyakan, organisasi dapat menunjukkan versi data, aturan, pengguna, dan alasan. Akuntabilitas meningkatkan kepercayaan internal dan eksternal, tetapi log harus dirancang proporsional. Pencatatan yang terlalu rinci dapat menambah risiko privasi dan beban penyimpanan. Prinsip minimisasi data perlu diterapkan pada log.

Dari sisi produktivitas, aplikasi mengurangi pekerjaan repetitif dan memungkinkan petugas mengalokasikan waktu pada analisis substantif. Manfaat ini sesuai dengan tujuan transformasi digital: teknologi mengambil alih tugas deterministik, sementara manusia menangani konteks, pengecualian, dan interpretasi. Produktivitas tidak seharusnya diterjemahkan hanya sebagai pengurangan tenaga, melainkan peningkatan kualitas keputusan dan kapasitas analitis.

Dari sisi pembelajaran organisasi, statistik temuan dapat digunakan untuk memperbaiki desain. Aturan dengan frekuensi error tinggi mungkin menunjukkan pertanyaan sulit, pilihan kode tidak jelas, atau mapping bermasalah. Jika log dianalisis lintas batch, BPS dapat mengidentifikasi sumber error sistematis dan melakukan pencegahan pada tahap Design, Build, atau Collect dalam GSBPM. Dengan demikian, aplikasi menghubungkan quality control dengan quality improvement.

Tabel 4 membandingkan mode kerja. Perbandingan ini tidak dimaksudkan menyatakan bahwa semua

Implementasi Validasi Data Statistik Menggunakan Aplikasi MatchaPro dalam Mendukung Kinerja BPS

proses manual buruk. Pemeriksaan manusia tetap penting, terutama untuk soft edit. Perubahan utama adalah penempatan tenaga manusia pada titik yang membutuhkan pertimbangan, sedangkan aturan deterministik ditangani sistem.

Tabel 4. Perbandingan Karakteristik Proses Validasi

Indikator	Sekuensial	MatchaPro-like	Perubahan
Waktu 100 siklus	4,29 detik	1,09 detik	-74,6%
Cakupan pemeriksaan	Seluruh rekaman berulang	Berbasis aturan dan exception	Fokus meningkat
Konsistensi	Bergantung file/petugas	Paket aturan berversi	Lebih konsisten
Revalidasi	Sebagian dan manual	Batch otomatis	Lebih cepat
Bukti koreksi	Tersebar pada file/komunikasi	Audit trail terstruktur	Lebih dapat ditelusuri
Pemantauan kualitas	Ringkasan dibuat terpisah	Ringkasan dari hasil aturan	Lebih dekat real time

Sumber: Hasil pengujian dan analisis proses, 2026.

Pemetaan manfaat terhadap dimensi kinerja disajikan pada Tabel 5. Setiap manfaat memerlukan prasyarat. Ketepatan waktu membutuhkan performa sistem dan workflow; akurasi membutuhkan aturan yang benar; konsistensi membutuhkan governance; akuntabilitas membutuhkan log; dan kesiapan analisis membutuhkan integrasi dengan pipeline. Tanpa prasyarat, manfaat dapat berkurang atau bahkan menimbulkan risiko baru.

Manfaat bersih juga dipengaruhi usability. Jika pemetaan skema rumit atau pesan error tidak jelas, pengguna mungkin kembali ke spreadsheet. Penggunaan paralel di luar sistem menyebabkan perbedaan versi dan melemahkan audit trail. Oleh karena itu, implementasi perlu mengukur shadow process dan menyediakan fungsi ekspor yang terkontrol, bukan melarang alat lain tanpa menyediakan alternatif yang memadai.

Pada unit dengan konektivitas terbatas, arsitektur perlu mendukung pemrosesan lokal yang aman atau mekanisme sinkronisasi. Keputusan antara desktop, web, atau hybrid harus mempertimbangkan skala, keamanan, pemeliharaan, dan dukungan teknis. Aplikasi web memudahkan pembaruan aturan terpusat, tetapi bergantung pada jaringan. Aplikasi lokal memberi respons cepat, tetapi menambah risiko versi berbeda. Model hybrid dapat menggunakan registry pusat dengan eksekusi lokal dan sinkronisasi log.

Dampak terhadap kinerja BPS sebaiknya diukur melalui baseline sebelum implementasi dan evaluasi setelah beberapa siklus. Indikator dapat dipantau per kegiatan: waktu dari data masuk sampai lulus validasi, error per 1.000 rekaman, proporsi temuan berulang, jumlah revisi setelah analisis, tingkat penyelesaian tepat waktu, serta persentase aturan dengan metadata lengkap. Evaluasi tidak boleh hanya dilakukan pada masa peluncuran karena kualitas aturan berubah bersama konsep, klasifikasi, dan sumber data.

Tabel 5. Kontribusi Implementasi terhadap Kinerja BPS

Dimensi kinerja	Kontribusi MatchaPro	Prasyarat utama
Akurasi	Menahan nilai tidak valid; menandai inkonsistensi	Aturan benar dan diuji

Dimensi kinerja	Kontribusi MatchaPro	Prasyarat utama
Ketepatan waktu	Batch checking dan revalidasi cepat	Performa dan workflow jelas
Konsistensi	Aturan sama lintas pengguna/versi	Registry dan version control
Efisiensi	Review berbasis exception	Pesan error dapat ditindaklanjuti
Akuntabilitas	Jejak aturan, koreksi, dan persetujuan	Audit log dan role access
Kesiapan analisis	Dataset serta quality report terstandar	Integrasi pipeline dan metadata

Sumber: Hasil analisis, 2026.

D. Tata Kelola Aturan, Keamanan, dan Risiko Implementasi

Risiko pertama adalah rule drift, yaitu aturan tidak lagi sesuai dengan konsep, klasifikasi, atau kondisi data. Master wilayah dapat berubah, kategori baru muncul, dan instrumen direvisi. Setiap rule harus memiliki masa berlaku dan hubungan dengan versi metadata. Sistem perlu memberi peringatan ketika aturan digunakan di luar periode. Review berkala dilakukan bersama pemilik substansi, pengelola metadata, dan pengembang.

Risiko kedua adalah over-validation. Terlalu banyak soft edit menghasilkan alert fatigue sehingga pengguna menutup temuan secara massal. Solusinya ialah mengukur precision, mengurutkan severity, menggabungkan temuan dengan akar penyebab sama, dan menonaktifkan aturan yang tidak memberi nilai. Dashboard harus menampilkan tren false positive serta waktu penyelesaian per aturan agar governance berbasis bukti.

Risiko ketiga adalah under-validation. Ketergantungan pada aturan yang tersedia dapat menimbulkan asumsi bahwa data yang lulus pasti benar. Padahal aturan hanya mencakup pengetahuan yang diformalkan. Sistem perlu menyatakan coverage, aturan yang tidak dijalankan, dan batasan. Validasi makro, pemeriksaan sampel, serta review pakar tetap diperlukan. Papastergios et al. (2025) menunjukkan bahwa fungsi alat hanya memetakan sebagian dimensi kualitas; tidak ada satu fungsi yang menjamin keseluruhan kualitas.

Risiko keempat adalah kebocoran data. Dataset dapat berpindah melalui ekspor, log, cache, atau file temporer. Kontrol perlu mencakup enkripsi, pembatasan ekspor, masking, retensi, penghapusan aman, dan monitoring akses. Role-based access harus mengikuti least privilege. Administrator teknis tidak selalu perlu melihat nilai mikrodatab, sedangkan pengguna substansi hanya mengakses kegiatan yang ditugaskan.

Risiko kelima adalah ketergantungan pada individu. Jika aturan hanya dipahami oleh satu pengembang atau satu subject matter expert, pemeliharaan tidak berkelanjutan. Dokumentasi, pelatihan, code review, dan forum pengelola aturan diperlukan. Registry harus mudah dibaca pengguna nonprogrammer, sementara ekspresi teknis tetap dapat diuji. Pemisahan author, reviewer, dan approver mengurangi risiko perubahan sepihak.

Risiko keenam adalah fragmentasi aplikasi. MatchaPro dapat tumpang tindih dengan sistem pengumpulan, pengolahan, atau metadata. Sebelum implementasi luas, arsitektur enterprise perlu menentukan source of truth dan antarmuka. Aplikasi sebaiknya menggunakan API atau format standar agar tidak memerlukan salinan manual. Integrasi harus mempertahankan identitas batch, versi, dan status agar data tidak tertukar.

Risiko ketujuh adalah bias pada aturan. Aturan yang dibangun dari pola historis dapat menandai kelompok tertentu lebih sering tanpa alasan substantif. Dimensi completeness, consistency, timeliness, dan reliability perlu dipertimbangkan, bukan hanya accuracy (Quaresmini & Primiero, 2023). Analisis distribusi temuan menurut kelompok dapat membantu mengidentifikasi aturan yang menghasilkan dampak tidak proporsional. Namun analisis tersebut tetap harus menjaga kerahasiaan.

Matriks risiko pada Tabel 6 menghubungkan risiko, dampak, kontrol, dan indikator. Pengelolaan risiko harus menjadi bagian dari backlog pengembangan dan evaluasi, bukan dokumen terpisah. Risiko dengan dampak tinggi seperti kebocoran data dan rule drift perlu memiliki pemilik, target mitigasi, serta bukti pengujian.

Tabel 6. Matriks Risiko Implementasi MatchaPro

Risiko	Dampak	Kontrol utama	Indikator
Rule drift	Validasi salah/tidak relevan	Versi, masa berlaku, review	% aturan direview
Alert fatigue	Temuan ditutup tanpa analisis	Severity, root cause, tuning	Precision per aturan
False assurance	Error tak tercakup dianggap aman	Coverage report, macro check	% aturan/skema dijalankan
Kebocoran data	Pelanggaran kerahasiaan	Akses, enkripsi, retensi	Insiden dan akses anomali
Ketergantungan individu	Pemeliharaan terhenti	Dokumentasi, review, pelatihan	Jumlah pemilik cadangan
Fragmentasi sistem	Versi dan status tidak sinkron	API, source of truth	Jumlah transfer manual
Bias aturan	Kelompok tertentu terlalu sering ditandai	Analisis dampak dan pengecualian	Rasio temuan antarkelompok

Sumber: Hasil analisis, 2026.

E. Strategi Implementasi dan Peta Jalan

Implementasi disarankan melalui lima tahap. Tahap pertama ialah preparation, yang mencakup pemetaan proses saat ini, inventarisasi aturan, identifikasi master, baseline waktu dan error, serta penilaian keamanan. Organisasi perlu memilih satu kegiatan dengan data cukup representatif tetapi risiko terkendali. Pemilihan pilot tidak hanya berdasarkan kesiapan teknis; harus ada pemilik substansi yang aktif dan jadwal yang memungkinkan evaluasi.

Tahap kedua ialah rule engineering. Aturan dari spreadsheet, petunjuk, dan pengalaman petugas dikonsolidasikan. Setiap aturan diuji pada data historis dan kasus buatan. Rule review membahas tujuan, severity, pengecualian, dan pesan. Kualitas pesan menjadi bagian acceptance criteria. Aturan hard edit diprioritaskan karena manfaat cepat dan risiko interpretasi rendah.

Tahap ketiga ialah pilot terkontrol. MatchaPro dijalankan paralel dengan metode saat ini pada satu atau dua batch. Perbedaan temuan dianalisis, bukan sekadar dihitung. Pengguna mencatat waktu, hambatan, dan klarifikasi. Data pilot tidak langsung menggantikan proses resmi sampai kriteria lulus dipenuhi. Kriteria dapat mencakup recall hard edit, stabilitas, integritas output, keamanan, dan kepuasan pengguna.

Tahap keempat ialah scale-up. Paket aturan yang stabil dipublikasikan pada registry pusat dan digunakan lebih luas. Pelatihan berbasis peran diberikan kepada author aturan, reviewer, operator, supervisor, dan

administrator. Helpdesk mengklasifikasikan masalah sebagai data, rule, system, atau access. Klasifikasi mempercepat penyelesaian dan menghasilkan basis pengetahuan.

Tahap kelima ialah continuous improvement. Indikator dipantau per batch dan triwulan. Aturan dengan precision rendah ditinjau, aturan baru ditambahkan dari temuan analisis, dan aturan usang dinonaktifkan. Perubahan besar pada instrumen atau klasifikasi memicu regression test. Hasil evaluasi dipakai untuk memperbaiki proses upstream, sehingga jumlah error menurun dari waktu ke waktu.

Peta jalan pada Tabel 7 menggambarkan keluaran dan indikator tiap tahap. Durasi perlu disesuaikan dengan skala kegiatan dan arsitektur. Prinsip utamanya ialah memisahkan pilot, validasi manfaat, dan perluasan. Peluncuran serentak tanpa baseline menyulitkan organisasi mengetahui apakah kinerja benar-benar membaik.

Keberhasilan juga memerlukan sponsor pimpinan dan komunitas praktik. Sponsor memberi mandat untuk standardisasi dan integrasi, sedangkan komunitas praktik menjaga kualitas aturan. Pertemuan singkat berkala dapat membahas error berulang, aturan baru, dan perubahan master. Pendekatan ini membangun budaya kualitas yang menjadi rekomendasi UN NQAF.

Pada tahap matang, MatchaPro dapat terhubung dengan metadata statistik, katalog standar, platform pengumpulan, dan diseminasi. Namun integrasi dilakukan bertahap. Prioritas pertama adalah memastikan rule engine, exception workflow, audit, dan ekspor bekerja andal. Fitur analitik lanjutan seperti pembelajaran mesin untuk anomaly detection dapat ditambahkan setelah data log cukup berkualitas dan governance tersedia.

Tabel 7. Peta Jalan Implementasi MatchaPro

Tahap	Keluaran utama	Indikator keputusan
1. Persiapan	Peta proses, baseline, inventaris aturan	Pilot dan pemilik disetujui
2. Rule engineering	Registry awal, test case, pesan error	Hard edit lulus uji
3. Pilot	Laporan gap, waktu, usability, keamanan	Kriteria go/no-go
4. Scale-up	Paket aturan, pelatihan, helpdesk	Adopsi dan SLA stabil
5. Perbaikan berkelanjutan	Dashboard tren, review, regression test	Error berulang menurun

Sumber: Dikembangkan penulis, 2026.

F. Implikasi Teoretis dan Praktis

Secara teoretis, penelitian menunjukkan bahwa validasi data dapat dipahami sebagai mekanisme institusionalisasi pengetahuan domain. Pengetahuan yang semula berada pada pengalaman petugas diterjemahkan menjadi aturan, metadata, dan workflow. Proses ini meningkatkan repeatability, tetapi juga membuat asumsi lebih terlihat dan dapat diperdebatkan. Registry aturan berfungsi sebagai boundary object antara statistisi, pengelola data, dan pengembang.

Penelitian juga memperluas perspektif keberhasilan sistem informasi. Manfaat tidak hanya berasal dari kualitas aplikasi, tetapi dari kualitas rule dan governance. Pada aplikasi validasi, informasi utama yang dihasilkan bukan indikator akhir, melainkan temuan yang memengaruhi keputusan koreksi. Kualitas temuan karena itu harus dinilai melalui precision, recall, actionability, dan traceability. Empat aspek tersebut dapat ditambahkan pada evaluasi manfaat bersih.

Secara praktis, BPS dapat menggunakan hasil ini untuk menyusun standard operating procedure. SOP perlu menjelaskan kapan batch dibuka, siapa memilih paket aturan, bagaimana temuan ditugaskan, kapan pengecualian dapat diterima, siapa menyetujui perubahan, dan bagaimana hasil disimpan. SOP juga perlu membedakan masalah data dan masalah aturan. Jika banyak rekaman memicu aturan karena definisi salah, memperbaiki data satu per satu bukan solusi.

Pengembangan kompetensi harus mencakup data literacy dan rule literacy. Operator perlu memahami pesan dan status; subject matter expert perlu mampu menulis spesifikasi; pengembang perlu memahami konsekuensi statistik; supervisor perlu membaca indikator. Peraturan BPS tentang pengembangan kompetensi terintegrasi dapat menjadi konteks untuk menempatkan pelatihan aplikasi dalam jalur kompetensi, bukan kegiatan sekali selesai.

Bagi peneliti, dataset sintetik dan metrik terkontrol dapat digunakan sebagai benchmark awal. Penelitian berikutnya dapat membandingkan MatchaPro dengan workflow aktual pada beberapa kegiatan, melakukan usability testing, menghitung total cost of ownership, dan menganalisis dampak pada revisi statistik. Kajian juga dapat mengevaluasi rule recommendation berbasis log tanpa memberi kewenangan koreksi otomatis.

Keterbatasan utama penelitian ialah penggunaan data sintetik dan representasi fungsi. Struktur serta hasil tidak mencerminkan seluruh kompleksitas kegiatan BPS. Waktu komputasi tidak dapat dipakai sebagai SLA produksi. Penelitian tidak mengukur persepsi pengguna, biaya pengembangan, atau kualitas integrasi aktual. Oleh sebab itu, rekomendasi harus divalidasi melalui pilot operasional dengan persetujuan pemilik data dan kontrol keamanan.

V. KESIMPULAN

Implementasi MatchaPro sebagai aplikasi pencocokan dan validasi data berpotensi memperkuat kinerja BPS melalui pemeriksaan yang konsisten, cepat, terdokumentasi, dan dapat digunakan ulang. Pengujian terkontrol pada 12.000 rekaman sintetik menunjukkan bahwa hard edit efektif untuk kelengkapan, format, rentang, dan referensial. Soft edit dan monitoring tetap bermanfaat, tetapi memerlukan konfirmasi serta penyempurnaan berkelanjutan. Pada 100 siklus, pemrosesan terotomasi menurunkan waktu validasi sebesar 74,6% dibanding pemeriksaan sekuensial.

Manfaat tidak berasal dari mesin aturan saja. Exception-based workflow mengarahkan tenaga manusia pada kasus yang membutuhkan pertimbangan; audit trail meningkatkan akuntabilitas; dan registry aturan mendukung konsistensi antarversi. Kontribusi terhadap akurasi, ketepatan waktu, efisiensi, konsistensi, dan kesiapan analisis akan tercapai apabila standar, metadata, master referensi, akses, dan integrasi dikelola secara terpadu.

Implementasi perlu dilakukan bertahap melalui persiapan, rule engineering, pilot, scale-up, dan continuous improvement. Risiko utama meliputi rule drift, alert fatigue, false assurance, kebocoran data, ketergantungan individu, fragmentasi sistem, dan bias aturan. Kontrol berupa versioning, review, coverage report, role-based access, dokumentasi, API, dan analisis dampak perlu ditanamkan sejak desain.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa MatchaPro layak diposisikan sebagai bagian dari quality assurance dalam proses statistik, bukan sekadar alat pembersihan data. Penilaian berikutnya perlu menggunakan data operasional teranonimisasi, melibatkan pengguna, dan mengukur manfaat end-to-end. Dengan tata kelola yang kuat, aplikasi dapat membantu BPS menghasilkan statistik yang lebih andal, tepat waktu, dan dapat dipertanggungjawabkan untuk kebijakan berbasis data.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023). Peraturan Badan Pusat Statistik Nomor 5 Tahun 2023 tentang organisasi dan tata kerja Badan Pusat Statistik Provinsi dan Badan Pusat Statistik Kabupaten/Kota. JDIH BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2025). Keputusan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 996 Tahun 2025 tentang Standar Data Statistik Nasional. JDIH BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2026). Badan Pusat Statistik Indonesia. <https://www.bps.go.id/id>
- Bian, J., Lyu, T., Loiacono, A., Viramontes, T. M., Lipori, G., Guo, Y., Wu, Y., Prosperi, M., George, T. J., Harle, C. A., Shenkman, E., Birkhead, G. S., & Hogan, W. R. (2021). Assessing the practice of data quality evaluation in a national clinical data research network through a systematic scoping review in the era of real-world data. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 28(1), 199–210. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocaa245>
- DAMA International. (2017). DAMA-DMBOK: Data management body of knowledge (2nd ed.). Technics Publications.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-

- year update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9–30. <https://doi.org/10.1080/07421222.2003.11045748>
- Ehrlinger, L., Rusz, E., & Wöß, W. (2022). A survey of data quality measurement and monitoring tools. *Frontiers in Big Data*, 5, 850611. <https://doi.org/10.3389/fdata.2022.850611>
- Fadahunsi, K. P., O'Connor, S., Akinlua, J. T., Wark, P. A., Gallagher, J., Carroll, C., Majeed, A., & O'Donoghue, J. (2021). Information quality frameworks for digital health technologies: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 23(5), e23479. <https://doi.org/10.2196/23479>
- International Organization for Standardization. (2008). ISO/IEC 25012:2008 software engineering—Software product quality requirements and evaluation (SQuaRE)—Data quality model.
- International Organization for Standardization. (2022). ISO/IEC 27001:2022 information security, cybersecurity and privacy protection—Information security management systems—Requirements.
- OECD. (2019). The path to becoming a data-driven public sector. OECD Digital Government Studies. <https://doi.org/10.1787/059814a7-en>
- Papastergios, V., Ehrlinger, L., & Gounaris, A. (2025). Unfolding data quality dimensions in practice: A survey. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2507.17507>
- Peppers, 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. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Quaresmini, C., & Primiero, G. (2023). Data quality dimensions for fair AI. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2305.06967>
- Republik Indonesia. (1997). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 1997 tentang Statistik.
- Republik Indonesia. (2018). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik.
- Republik Indonesia. (2019). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2019 tentang Satu Data Indonesia.
- Republik Indonesia. (2022). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi.
- United Nations. (2014). Fundamental principles of official statistics. General Assembly Resolution 68/261.
- United Nations Economic Commission for Europe. (2019). Generic Statistical Business Process Model: GSBPM version 5.1. UNECE.
- United Nations Statistics Division. (2019). United Nations national quality assurance frameworks manual for official statistics. United Nations.
- van der Loo, M. P. J., & de Jonge, E. (2019). Data validation infrastructure for R. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1912.09759>
- van der Loo, M. P. J., & de Jonge, E. (2020). Data validation. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2012.12028>
- World Bank. (2021). World development report 2021: Data for better lives. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1600-0>
- Zhang, L., Howard, S., Montpool, T., Moore, J., Mahajan, K., & Miranskyy, A. (2019). Automated data validation: An industrial experience report. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1903.03676>