

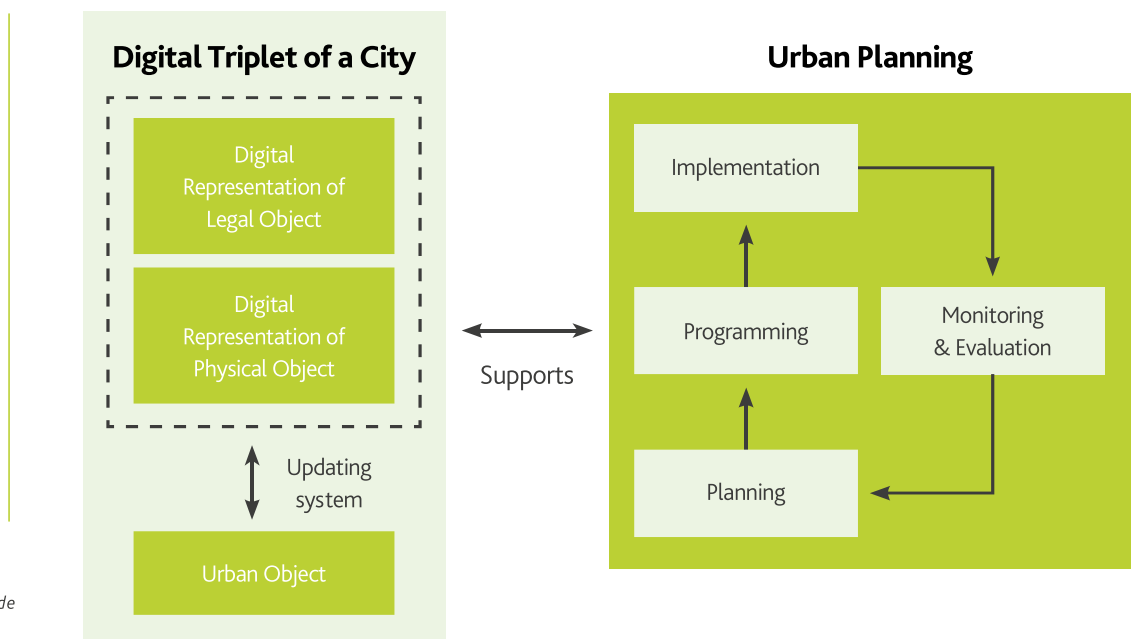
Auteurs Agung Indrajit^a, Peter van Oosterom^b, Bastiaan van Loenen^c, M. Hasannudin Yusa^d, Deni Suwardhin^e

- a. Secretaris One Data Policy Indonesia
 b. Hoogleraar GIS technologie, TU Delft
 c. Universitair hoofddocent Open data, TU Delft
 d. Senior ontwikkelaar Geospatial Information Agency, Indonesia
 e. Lecturer Geomatics, Bandung Institute of Technology

Prototype voor participatieve monitoring van stedelijke plannen

De 'Participatory Urban Plan Monitoring' (PUPM) aanpak draagt bij aan het monitoren van ruimtelijke ontwikkelingen in context van de stedelijke plannen. PUPM is gebaseerd op een open informatie infrastructuur voor delen van verschillende soorten land administratie gegevens: eigendomsregistratie, waardebeoordeling, ruimtelijke ordening en ruimtelijke ontwikkeling. Voor twee Indonesische steden, Jakarta en Bandung, is een PUPM prototype ontwikkeld en zijn er vervolgens bruikbaarheidsstudies uitgevoerd. Hiermee wordt een bijdrage geleverd aan de realisatie van 'Smart Cities/Digital Triplets'. De PUPM aanpak is generiek en kan ook elders in de wereld worden ingezet. En daarmee kan het ook voor Nederland een interessante optie zijn bij het inzetten van data voor het realiseren van ruimtelijke plannen.

De noodzaak om de uitvoering van ruimtelijke plannen te monitoren is nog nooit zo hoog geweest. Het allerbeste plan heeft geen enkele waarde wanneer het wordt genegeerd bij de feitelijke ontwikkelingen (*plan-and-forget*). Michael Batty [1] stelt voor om 3D-stadsmodellen met de fysieke objecten van een stad en een bijna realtime updatesysteem (d.w.z. sensoren) te gebruiken als Digital Twin (digitale tweeling) van een stad. De 'Participatory Urban Plan Monitoring' (PUPM) 3D web-applicatie voegt juridische ruimtes toe aan de Digital Twin en resulteert daarmee in een Digital Triplet; zie Figuur 1. Digital Triplets bieden een volledig beeld van de juridische situatie, bestaande uit informatie over rechten, beperkingen en verantwoordelijkheden (rights, restrictions, responsibilities, ofwel RRR's) van een object (perceel of onder/bovengrondse ruimte, mogelijk in gebouwen). Burgers kunnen optreden als 'sensor' voor de Digital Triplets. PUPM integreert de volgende twee land (ruimte) beheerfuncties [2]: 1. registratie rechten vastgoed en 2. ruimtelijke planning.



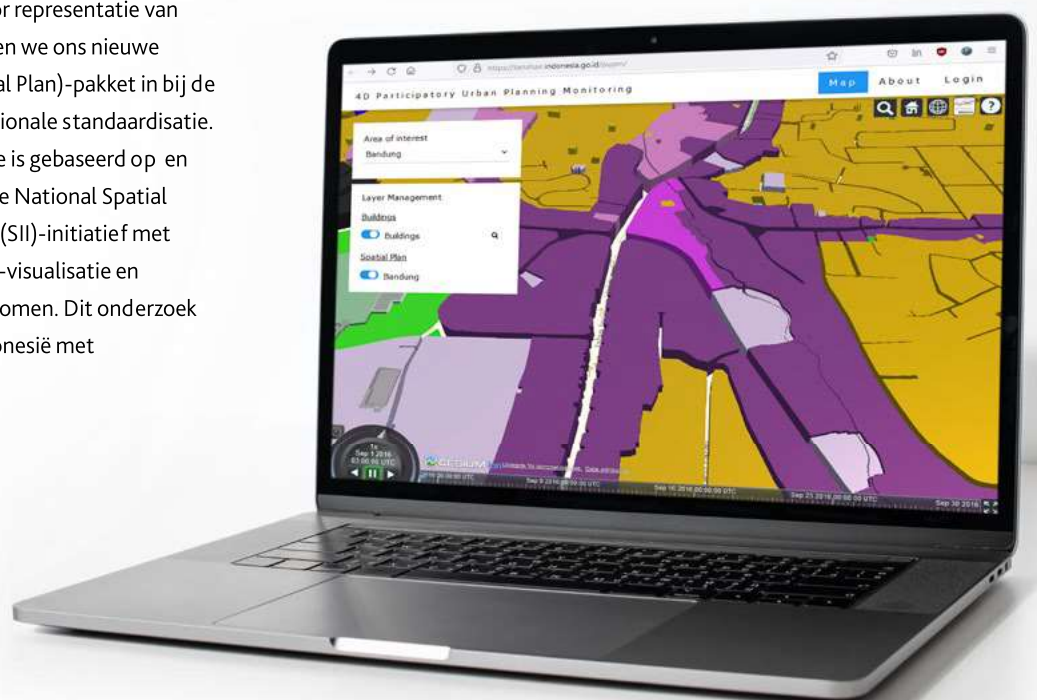
Figuur 1: De Digital Triplet en de ontwikkelingen in de stad.

Figuur 2: Gebouwen in 3D (Bandung).



Om PUPM te evalueren en verder te verbeteren zijn eerste bruikbaarheidstesten uitgevoerd in twee Indonesische steden: Jakarta en Bandung. PUPM is gebaseerd op de ISO standaard 19152:2012 Land Administration Domain Model (LADM) [3] en het nationale datagovernancebeleid. Voor representatie van ruimtelijke plannen, brengen we ons nieuwe informatiemodel SP (Spatial Plan)-pakket in bij de LADM-revisie voor internationale standaardisatie. Het eerste PUPM prototype is gebaseerd op en is onderdeel van het huidige National Spatial Information Infrastructure (SII)-initiatief met daaraan toegevoegd de 3D-visualisatie en tweerichtingsinformatiestromen. Dit onderzoek transformeert de SII in Indonesië met

eenrichtingsberkeer van 2D gegevens naar tweerichtingsamenwerking op basis van 3D-representaties. De resultaten van het onderzoek geven aan dat ons raamwerk participatieve monitoring van ruimtelijke plannen in steden kan ondersteunen (*plan-and-progress*).



Figuur 3: Het PUPM prototype met 3D ruimtelijke plannen (Bandung).

3D ruimtelijk plannen in Indonesische steden

In de Indonesische regelgeving zijn stedelijke gebieden verdeeld in zones die zijn weergegeven op de stedenbouwkundige kaart. Lokale overheden gebruiken bestemmingsplannen om hoogwaardige land- of ruimtegebruiksfuncties te garanderen, ongewenst land- of ruimtegebruik te minimaliseren en het milieu te beschermen. In elke zone worden specifieke beperkingen en verantwoordelijkheden opgelegd om locatie, activiteiten, intensiteit van landgebruik en bouwvoorschriften te reguleren. In de technische regeling wordt rekening gehouden met meerdere aspecten voor hoogtebeperking: de hoogte van dichtbevolkte verticale woongebieden is beperkt tot 40 meter. Terwijl voor overige woongebieden met een hoge dichtheid dit volgens deze verordening slechts 10 meter is toegestaan. Het wordt gemeten vanaf de grond tot de maximale afstand van het dak. Voor andere bestemmingstypen passen de autoriteiten de hoogtebeperking toe voor elk perceel, afhankelijk van het bestemmingstype.

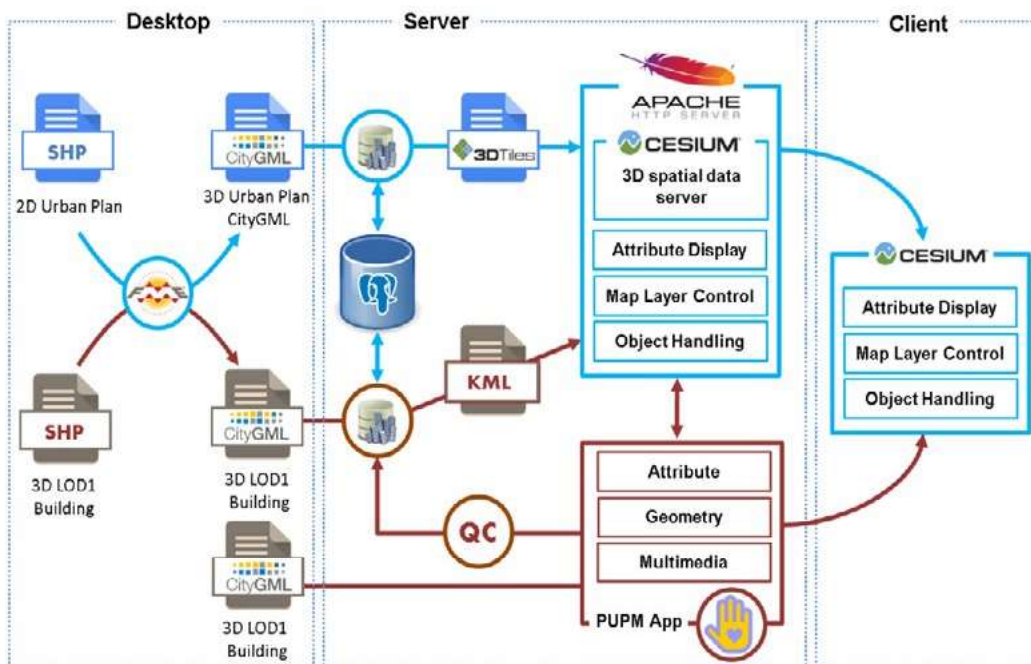
In 2020 heeft het Indonesische parlement de *Cipta Kerja* (Werkcreatie wet [4]) aangenomen, ook wel de Omnibuswet genoemd. Het 3D-kadaster is opgenomen en benadrukt in deze wet door rechten toe te kennen aan *Hak Guna Bangunan* (gebruiksrechten constructie), *Hak Pakai* (gebruiksrechten) of *Hak Pengelolaan* (beheersrechten) in de ruimte onder, op of boven het aardoppervlak. De Werkcreatie wet transformeert RRR's van 2D- naar 3D-weergave voor land/ruimtegebruik inclusief de toegangsrechten voor nutsvoorzieningen (zoals kabels en leidingen) onder en boven de grond. De volumetrische (hoogte en diepte) beperking van landrechten (ruimterechten) wordt expliciet

geïntroduceerd door maximale bouwhoogten, begane grondoppervlakcoëfficiënt, totale vloeroppervlakcoëfficiënt, vrije afstandslimiet en grensafstanden op te nemen in 3D RRR's.

Bovendien legt deze wet een zwaardere last op een stedenbouwkundig plan, aangezien het de milieueffectbeoordeling en bouwvoorschriften opneemt in *Rencana Detil Tata Ruang* (RDTR) (gedetailleerd stedenbouwkundig plan). De Werkcreatie wet vereist zelfs een 4D-representatie, een geometrische 3D-weergave met temporeel attribuut ter ondersteuning van het vergunningensysteem. Ook wordt standaardisatie voorgeschreven, dit ook om machine-leesbaarheid en machine-verwerkbaarheid te kunnen garanderen. De gegevens waren echter nog niet gestandaardiseerd volgens de nationale of internationale normen. Daarom wordt in dit onderzoek de internationale ISO standaard 19152, LADM gebruikt inclusief het voorstel voor uitbreiding met het SP-pakket.

Ontwikkeling prototype

Voor de miljoenen gebouwen in Jakarta en Bandung is een 3D representatie gemaakt, standaard met een vlak-dak benadering, maar belangrijkere gebouwen met de echte dakvorm; zie



Figuur 4: De server-client architectuur van PUPM.

Figuur 2. Daarnaast zijn ook de bestemmingsplannen 3D gemaakt, waarbij de hoogte/diepte expliciet zij aangegeven in de geometrie; zie Figuur 3. Wij hebben een workflow ontwikkelt waarmee burgers kunnen deelnemen aan de monitoring van de uitvoering van stedenbouwkundige plannen. Met deze 3D representaties van de RRR's en de gebouwen realiseert het PUPM prototype de Digital Triplets van Jakarta en Bandung. Alle belanghebbenden zijn in staat gesteld om ruimtelijke plannen on-line en in 3D te bekijken en analyseren.

Het PUPM prototype is ontwikkeld door middel van web 2.0-technologie om het bereik van burgers te maximaliseren met minimale barrières. De PostgreSQL wordt gebruikt om gegevens te beheren voor de Digital Triplets. Een overzicht van de server-client-architectuur wordt weergegeven in Figuur 4. Aan de client-kant wordt CesiumJS gebruikt voor visualisatie en interactie met de 3D-informatie. CesiumJS is open en gratis software en vereist geen installatie aan de kant van de eindgebruiker waar het in een webbrowser draait. De PUPM-applicatie is geïnstalleerd als onderdeel van de Indonesische Geoportal en is openlijk toegankelijk via <https://tanahair.indonesia.go.id/pupm/>.

Eerste bruikbaarheidstest

Het doel van de eerste bruikbaarheidstest is om ontwikkelaars te helpen om de PUPM-applicatie te verbeteren. ISO 9241-11:2018 [5] definieert bruikbaarheid als "de mate waarin een product door gespecificeerde gebruikers kan worden gebruikt om gespecificeerde doelen te bereiken met effectiviteit, efficiëntie en tevredenheid in een gespecificeerde gebruikscontext." Bruikbaarheidstesten zijn bedoeld om te meten hoe de PUPM-toepassing wordt gebruikt door een breed scala aan gebruikers met verschillende kennis en vaardigheden. ISO 9241-11 schrijft bruikbaarheidstesten voor om drie kenmerken te meten: effectiviteit, efficiëntie en gebruikerstevredenheid.

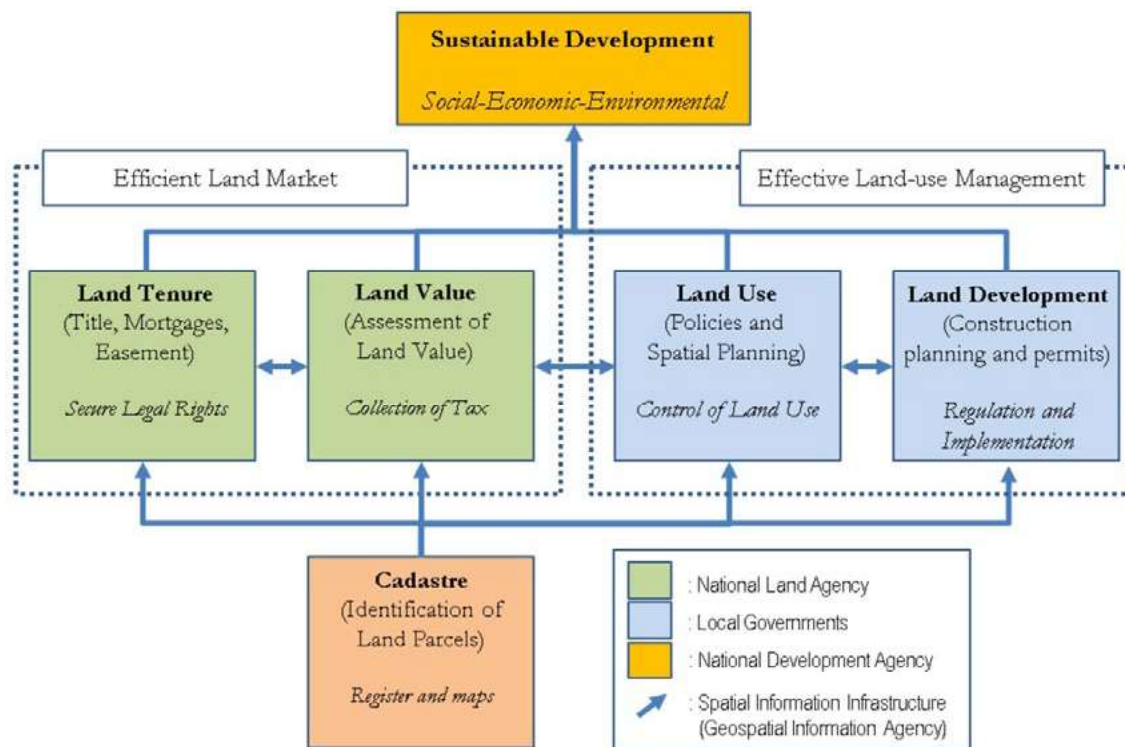
De eerste bruikbaarheidstest is in oktober 2020 uitgevoerd. We hebben een vragenlijst ontworpen speciaal voor testpersonen met lokale ruimtelijke kennis (LSK) van de campus van Bandung Institute of Technology. In totaal deden 49 studenten mee en speelden deze de rol van 'lokale burgers', bijna allemaal onder de 30 (op 1 persoon na) en 63% vrouw. Het zien van 3D ruimtelijke plannen was voor alle deelnemers de eerste keer zijn, en meer dan 75% van de respondenten gaf aan over voldoende kennis en GIS-vaardigheden te beschikken. Bijna de helft van de respondenten vond zichzelf echter minder kennis en vaardigheid op het gebied van ruimtelijke 3D-gegevens en 3D-visualisatie.

De deelnemers moesten alle functionaliteit zelf verkennen en de verschillende taken beschreven in de vragenlijst uitvoeren. De eerste taak is bedoeld om de gebruiker vertrouwd te maken met functionaliteiten. De tweede taak is bedoeld om ervaring op te doen met verkennen van de multidimensionale representatie en te controleren of de 3D gebouwen daadwerkelijk passen binnen de 3D ruimtelijke plannen. De derde taak vraagt de deelnemers om kenmerken van gebouwen bij te werken, zoals het type, de hoogte van het gebouw en recente foto's. De vierde taak was bedoeld om een nieuwe 3D geometrie van een gebouw toe te voegen. De vijfde taak was bedoeld om de geschiedenis (in het systeem) van een gebouw te verkennen, of te wel het verkennen van de temporele (4^{de}) dimensie. De zesde taak bestond uit het controleren van nieuwe gegevens door anderen toegevoegd. Al deze taken waren expliciet bedoeld voor deelnemers die bekend zijn met de locatie (ITB-campus). De vragenlijst bevat een duidelijke uitleg voor elke taak. De testen werd uitgevoerd tijdens de lockdown.

De deelnemers hadden soms last van enige vertragingen als gevolg van trage internetverbinding met grotere hoeveelheden 3D gegevens. De PUPM vereist een snelle internetverbinding. De meeste deelnemers (85%) waren zeer tevreden over het 3D navigatie op het scherm. Iets meer dan de helft (56%) had wel moeite om de hoogteovertredingen visueel te signaleren. De deelnemers gaven een matige waardering voor het bijwerken van attributen en het bijdragen van 3D-gebouwgegevens. Het krijgen van toegang tot historische gegevens werd weer wat hoger gewaardeerd. Uit de bruikbaarheidstest kwamen de volgende feiten naar voren: (i) de meeste deelnemers kunnen daadwerkelijk tweerichtingsinformatiestromen gebruiken voor het coproduceren van stedelijke informatie; (ii) het gebruik van multidimensionale weergave voor zowel het fysieke als het juridische object werd zeer gewaardeerd.

Conclusie

Dit onderzoek is de eerste poging om het concept van de Digital Triplets te conceptualiseren en een 3D-gebruikersinterface te ontwikkelen die tweerichtingsinformatiestromen en 3D-webvisualisatie mogelijk maakt ter ondersteuning van participatieve monitoring van ruimtelijke plannen. Vergeleken met de 2D-visualisatie lijken de 3D-representaties van de twee grootste Indonesische steden de monitoring gemakkelijker te maken. De PUPM-toepassing kan onnodige discussies (of zelfs conflicten) die worden veroorzaakt door schending van het ruimtelijk plan, minimaliseren en meer tijd creëren voor het vinden van oplossingen. De Indonesische regering heeft een actieplan afgekondigd voor het ontwikkelen van een



3D-ruimtelijke plannen en 3D-kadaster, als resultaat van de Werkcreatie wet. De besturen van Jakarta en Bandung moet Digital Triplets ontwikkelen met 3D juridische objecten als uitbreiding op de Digital Twins (voor fysieke objecten).

Belangrijkste lessen die rond PUPM naar voren kwamen: (i) standaardisatie zal zorgen voor informatie-interoperabiliteit tussen kadaster en ruimtelijke ordening; (ii) webapplicaties zijn geschikt om het bereik te maximaliseren; (iii) ruimtelijke 3D-weergave stelt gebruikers in staat om dimensionale overeenstemming van gebouwen met ruimtelijke plannen te objectief te verifiëren; en (iv) een tweerichtingsverkeer stelt PUPM gebruikers in staat te participeren bij monitoring.

Lokale overheden in Indonesië moeten een GIS voor Ruimtelijke Ordening (GISTARU) ontwikkelen om het ruimtelijke ordeningsproces te ondersteunen. Door 3D ruimtelijke plannen toegankelijk te maken, kunnen burgers deze beter begrijpen. Vervolgontwikkelingen omvatten:

- A. In het tijdperk van de digitale transformatie, waar het grootste deel van de gegevensoverdracht via internet plaatsvindt, moet een Smart City 3D-gegevens gebruiken en de Open SII met het smart city-ecosysteem integreren, zodat naast een Digital Twin (om fysieke objecten weer te geven) ook een Digital Triplet (die juridische objecten vertegenwoordigen) aan de samenleving kan worden gebonden.
- B. Faciliteren van 3D-bijdragen via Building Information Modeling (BIM). Het gebruik van BIM-technologie in bouwprojectmanagement neemt de laatste decennia snel toe. 3D-modellen uit BIM kunnen worden gebruikt voor gegevensinvoer van de PUPM-applicatie.
- C. Interoperabiliteit, door standaardisatie van de functies van ruimtebeheer, is essentieel voor informatie-integratie, zoals nodig bij participatieve monitoring van de uitvoering van ruimtelijke plannen. In de twee grootste steden van Indonesië (Jakarta en Bandung) worden de 3D-weergave van RRR's ook bij het verlenen van bedrijfs- en investeringsvergunningen gebruikt.
- D. Ontwikkeling van 3D-visualisatiemogelijkheden voor een slimme stad, niet alleen voor het verbeteren van het inkomen van de stad (belastingen) en bescherming (rampenbeheer), maar ook bij handhaving van haar ruimtelijke plannen. Daarom is meer onderzoek nodig naar 3D RRR's voor slimme steden die objecten onder, op en boven het oppervlak bedekken.

Referenties

1. Batty, M., Digital twins. Editorial. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science. 454(5), 817-820, 2018.
2. Enemark, S., Understanding the Land Management Paradigm. In P. van der Molen, & C. Lemmen (Eds.), Proceedings: Innovative technology for land administration, 17-27. FIG - International Federation of Surveyors, 2006.

3. International Organization for Standardization (ISO), ISO 19152:2012. Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM). ISO, Geneva, Switzerland, 2012.
4. Indonesië, Werkcreatie wet, No. 11. Beschikbaar via: <http://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/110587/137597/F1667266806/IDN110587.pdf>, 2020.
5. International Organization for Standardization (ISO), ISO 9241-11:2018. Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts. ISO, Geneva, Switzerland, 2018.