

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dirancang sebagai jenis penelitian evaluasi. Evaluasi merupakan suatu prosedur ilmiah yang sistematis yang dilakukan untuk mengukur hasil program atau proyek (efektifitas suatu program) sesuai dengan tujuan yang direncanakan atau tidak, dengan cara mengumpulkan, menganalisis dan mengkaji pelaksanaan program yang dilakukan secara objektif. Kemudian merumuskan dan menentukan kebijakan dengan terlebih dahulu mempertimbangkan nilai-nilai positif dan keuntungan suatu program.

3.2 Jenis Data dan Informasi

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang langsung dari subjek penelitian dengan menggunakan alat pengambilan data langsung sebagai sumber informasi yang dicari (Sugiyono,2005). Data Primer dalam penelitian ini diperoleh langsung dari sumber yang diamati, meliputi data hasil kalibrasi *digital micrometer* (pengambilan sample) yang selanjutnya akan diterbitkan sertifikat kalibrasi, kemudian untuk dibuatkan CMC kalibrasi lingkup *digital micrometer*, dan realisasi UBLK serta *drift* alat standar kalibrasi atau atau cek antara.

Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada. Data Sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari dokumen ISO GUM tentang perhitungan ketidakpastian.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini antara lain:

a. Metode Kepustakaan

Yaitu penulis mengadakan studi literatur terhadap topik yang sedang diteliti dengan mengambil sumber dari buku-buku, internet, serta mengumpulkan bahan-bahan yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti. Metode kepustakaan sangat penting karena selain sebagai penuntun dalam teknik penulisan, juga berfungsi sebagai sumber kebenaran terhadap kaidah-kaidah bahasa yang digunakan agar pembaca benar-benar mengerti maksud dan tujuan dari penulisan laporan tugas akhir ini. Dalam penelitian pengembangan ini, subjek yang saya pelajari yaitu mencakup nilai ketidakpastian yang didapat dari

dokumen ISO GUM atau dokumen *Joint Committee for Guides in Metrology* (JCGM, 2008), dokumen SNI ISO/IEC 17025:2017 sebagai panduan mutu dan teknis laboratorium kalibrasi, dokumen JIS B 7502-1994 sebagai referensi acuan kalibrasi *digital micrometer*. Dokumen KAN-P-08 sebagai referensi acuan pembuatan CMC.

b. Metode Analisa Peralatan

Yaitu penulis melakukan analisa terhadap alat yang berkaitan dengan kalibrasi alat *digital micrometer* meliputi spesifikasi alat, prinsip dasar dan cara alat, fungsi masing-masing bagiannya, cara pengoperasiannya serta mempraktikannya langsung di lapangan bersama dengan pihak-pihak yang bersangkutan.

c. Metode Pemrosesan Dan Interpretasi Data

Yaitu penulis melakukan pemrosesan terhadap data yang diperoleh di lapangan berupa data sample yang tertulis di worksheet *digital micrometer*, dan hasilnya diinterpretasikan sehingga diperoleh data-data, berupa data nilai koreksi alat *digital micrometer* di sertifikat kalibrasi, data UBLK dan number, serta data drift alat standar (*block gauge*) atau cek antara.

3.4 Metode Pengolahan dan Analisis Data

Teknik pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah suatu pengembangan dari data yang telah didapatkan melalui kegiatan pengumpulan data sebelumnya. Kolaborasi dari data yang telah didapatkan dengan alat manajemen mutu kalibrasi yang mengacu ke ISO/IEC 17025:2017 menghasilkan instruksi kerja *digital micrometer*, template perhitungan kalibrasi *digital micrometer* yang terpaut pada penerbitan sertifikat kalibrasi *digital micrometer*, serta *Critical analysis of Calibration and Measurement Capabilities* (CMC) dari alat *digital micrometer*.

Berikut adalah proses atau tahapan teknik pengolahan data yang dilakukan:

- a. Menganalisa kebutuhan kalibrasi alat *digital micrometer* (meliputi Alat standar yaitu *block gauge*, Alat bantu, Dokumen referensi (JIS B 7502-1994) dan Kondisi lingkungan kalibrasi).
- b. Pembuatan Instruksi Kerja *digital micrometer*.
- c. Pengambilan data kalibrasi *digital micrometer*.
- d. Melakukan Uji Banding Laboratorium Kalibrasi (UBLK) untuk alat *digital micrometer* ke laboratorium lain yang sudah terakreditasi KAN.
- e. Pembuatan cek antara alat standar (*block gauge*).

- f. Pembuatan *Critical analysis of Calibration and Measurement Capabilities* (CMC) dari alat *digital micrometer*.
- g. Pembuatan template perhitungan data kalibrasi *digital micrometer* yang terpaut pada penerbitan sertifikat kalibrasi *digital micrometer* (Non KAN).

1. Pengajuan Penambahan Scope Kalibrasi

Berdasarkan data *calibration external* tahun 2019 untuk alat *digital micrometer*, sebanyak 30 pcs yang di kalibrasi di badan *external* laboratorium Sentral Sistem *Calibration*. Dengan biaya perunit Rp350.000. Pengajuan ruang lingkup baru berdasarkan data *external calibration* alat *digital micrometer* dan berdasarkan *total quotation* atau *purchase order* kalibrasi *digital micrometer* yang di keluarkan oleh *departement purchasing*.

2. Analisis Kebutuhan Kalibrasi

Tahap lanjutan dari pengajuan pengembangan ruang lingkup kalibrasi *digital micrometer* adalah melakukan analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan disini untuk menganalisa beberapa kebutuhan untuk di lakukanya Kalibrasi secara internal meliputi alat standar yang digunakan, alat bantu yang diperlukan, artefak kalibrasi, dokumen referensi, kondisi lingkungan kalibrasi.

3. Instruksi Kerja

Menurut ISO 9001: 2000 Instruksi Kerja adalah dokumen mekanisme kerja yang mengatur secara rinci dan jelas urutan suatu aktifitas yang hanya melibatkan satu fungsi saja sebagai pendukung Prosedur Mutu atau Prosedur Kerja. Dalam proses kalibrasi, instruksi kerja adalah pedoman yang telah dibakukan di suatu laboratorium dan digunakan oleh personil laboratorium dalam melaksanakan suatu pekerjaan secara benar sejak awal.

4. Data Mentah

Data adalah sekumpulan keterangan atau fakta mentah berupa simbol, angka, kata-kata, atau citra, yang didapatkan melalui proses pengamatan atau pencarian ke sumber-sumber tertentu. Data mentah kalibrasi dimasukan kedalam sebuah perangkat lunak komputer dalam hal ini template entry data untuk dianalisis lebih lanjut.

5. Uji Banding Laboratorium Kalibrasi (UBLK)

Uji Banding Laboratorium Kalibrasi (UBLK) merupakan suatu rangkaian proses pengendalian mutu menggunakan suatu prosedur untuk mengevaluasi kinerja laboratorium. Nilai acuan

diambil dari nilai yang diperoleh Laboratorium Sentral Sistem *Calibration*. Ketidakpastian Nilai Standar dihitung berdasarkan Tingkat Kepercayaan (*level of Confidence*) 95% ($k=1.96$). Nilai E_n dihitung dengan rumus

$$E_n = \frac{\text{LAB-REF}}{\sqrt{U_{95\text{LAB}}^2 + U_{95\text{REF}}^2}} \quad [3.1]$$

E_n = Nilai angka kesalahan (*En number*)

LAB = Nilai koreksi yang diperoleh dari laboratorium *internal*

REF = Nilai koreksi yang diperoleh dari laboratorium *external*

$U_{95\text{LAB}}$ = Nilai ketidakpastian dari laboratorium kalibrasi *internal*

$U_{95\text{REF}}$ = Nilai ketidakpastian dari laboratorium kalibrasi *external*

Untuk pelaporan hasil UBLK, dilaporkan dengan mengisi tabel yang telah disediakan pada lembar laporan hasil. Selain mengisi dan mengirimkan lembar laporan yang telah disediakan, laboratorium diharuskan melampirkan rekaman data pengamatan asli, lembar perhitungan / budget ketidakpastian pengukuran, dan sertifikat hasil kalibrasi. Laporan akhir (*Final Report*) akan diterbitkan pada akhir program uji banding laboratorium kalibrasi untuk masing-masing laboratorium.

6. Cek Antara

Cek antara digunakan untuk memperoleh informasi apakah sertifikat peralatan standar yang dimiliki masih dapat digunakan atau tidak. Karena bisa saja terjadi sebelum mencapai periode kalibrasi ulang selanjutnya nilai peralatan standar sudah berubah secara signifikan, sehingga nilai yang tercantum pada sertifikat tidak lagi menginterpretasikan nilai peralatan standar yang sebenarnya. Pelaksanaan cek antara pada prinsipnya memang sudah direncanakan dengan rentang waktu cek antara dapat dilakukan tiap 3 bulan atau 6 bulan sekali tergantung frekuensi pemakaian alat standar.

Langkah pertama yang dilakukan adalah pengambilan data awal yang diambil sesaat setelah sertifikat kalibrasi diterbitkan. Pengambilan data awal diambil setelah sertifikat kalibrasi terbit dan alat sebelum digunakan untuk melakukan pengujian. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan (*repeatability*) di titik ukur 10 mm untuk menghitung rata-rata dan standar deviasi. Pengambilan data dilakukan 5 hari berturut turut setelah alat diterima. Kemudian interval cek antara berikutnya adalah 12 bulan setelah alat dilakukan cek antara terakhir. Pengambilan data dengan menggunakan metode kalibrasi *digital micrometer* (JIS B 7502-1994). Penggunaan metode pengukuran harus konsisten, tidak boleh beralih

metode dalam satu *control chart*. Sebelum menentukan batas rentang maka dihitung dulu nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasinya. Batas rentang dalam cek antara yaitu *Upper Warning Limit* (UWL), *Lower Warning Limit* (LWL), *Upper Action Limit* (UAL), *Lower Action Limit* (LAL), *Upper Tolerance Limit* (UTL), *Lower Tolerance Limit* (LTL).

Analisa Cek Antara:

a. Data awal diolah menggunakan perhitungan statistik yang didalamnya ada *control chart* dengan tujuan:

- 1) Untuk menunjukkan pencapaian kendali statistik dari suatu proses pengujian/kalibrasi.
- 2) Dianggap berada dalam kendali statistik bila hasil pengukuran berada di dalam batas-batas kendali.
- 3) Informasi statistik yang digunakan sebagai dasar batas-batas kendali dapat digunakan untuk menghitung batas-batas keyakinan (ketidakpastian) bagi pengukuran yang dilakukan pada saat sistem pengukuran dinyatakan berada di dalam kendali statistik dimana dapat diketahui:

- Batas statistik dan/atau batas spesifikasi/toleransi.
- Batas peringatan (*warning limits*) dan batas tindakan (*action limits*) digunakan untuk menentukan jika proses adalah dalam keadaan kendali, yaitu menghasilkan keluaran yang stabil dan konsisten.
- Batas statistik didasarkan pada distribusi kemungkinan dari nilai yang diperoleh melalui data pengukuran, yang dihitung dengan:

$$\text{Upper Warning Limit (UWL)} = \text{Rata-rata} + (2 \times \text{Standar Deviasi})$$

$$\text{Lower Warning Limit (LWL)} = \text{Rata-rata} - (2 \times \text{Standar Deviasi})$$

$$\text{Upper Action Limit (UAL)} = \text{Rata-rata} + (3 \times \text{Standar Deviasi})$$

$$\text{Lower Action Limit (LAL)} = \text{Rata-rata} - (3 \times \text{Standar Deviasi})$$

b. Apabila batas statistik tidak dapat digunakan (misal karena standar deviasinya nol), maka dapat digunakan batas toleransi spesifikasi (*tolerance specification limit*) sebagai berikut:

$$\text{Upper Tolerance Limit (UTL)} = \text{Rata-rata} + (1/3 \times \text{batas toleransi})$$

$$\text{Lower Tolerance Limit (LTL)} = \text{Rata-rata} - (1/3 \times \text{batas toleransi})$$

c. Bila semua data awal telah direkam dalam sebuah *control chart* (peta kendali), maka dapat diperkirakan perubahan yang terjadi pada nilai standar pada masa mendatang, serta membatasi kerusakan tambahan yang mungkin terjadi. Pola unik yang terlihat di peta kendali merupakan hasil dari perubahan nilai cek standar.

7. Calibration and Measurement Capabilities (CMC)

Penentuan kemampuan kalibrasi maksimum suatu laboratorium pengkalibrasi yang terakreditasi ISO 17025 biasanya dinyatakan dengan kemampuan pengukuran kalibrasi (*Calibration Measurement Capability*) atau CMC. CMC adalah kemampuan terbaik dari suatu alat ukur yang dijadikan standar untuk pengukuran alat. Kemampuan pengukuran kalibrasi terbaik (CMC) oleh sistem yang dimiliki tersebut sangat penting diketahui dan ditingkatkan sebagai dasar tolak ukur pengguna jasa kalibrasi lingkup tersebut. Kemampuan ini dapat diperkirakan melalui perhitungan ketidakpastian pengukuran, sehingga masalah ketidakpastian pengukuran dan CMC adalah masalah yang penting pada penjaminan mutu laboratorium. Penjelasan lengkap tentang CMC ada dalam dokumen KAN K-02.01.

KAN
Kalibrasi Nasional

Instansi (UUT): Himpunan Teknik Industri Sumatera
Standar kalibrasi: Gauge Block
Metode kalibrasi: Pengukuran langsung

Model matematis
Model kalibrasi:
$$C = L_s - L_{ix}$$

Model dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang berpengaruh:
$$C = L_s(1 + \alpha_s \theta_s) - L_{ix}(1 + \alpha_{ix} \theta_{ix}) - L_d + fg$$

Persamaan ketidakpastian:
$$u_p(C) = \sqrt{u^2(L_s) + u^2(L_{ix}) + u^2(L_d) + u^2(fg) + u^2(\alpha_s \theta_s) + u^2(\alpha_{ix} \theta_{ix}) + u^2(L_d) + u^2(fg)}$$

Persamaan ketidakpastian:

No.	Komponen	Simbol	Koef. sensitivitas	Terdapat penentuan nilai U (ketidakpastian terentang)
1.	Resolusi UUT	$u(L_s)$	1	Resolusi $U = 0,001$ mm
2.	Resolusi UUT (model)	$u(L_{ix})$	1	Resolusi $U = 0,001$ mm
3.	Koreksi pembacaan (model)	$u(L_{ix})$	1	Resolusi $U = 0,001$ mm; k = 2 karena tidak ada data lain
4.	Resolusi standar (pembaca)	$u(L_{ix})$	1	Resolusi $U = 0,001$ mm; k = 2 karena tidak ada data lain
5.	Stabilitas UUT	$u(L_s)$	1,4	Estimasi $U = 0,001$ mm Tidak ada data lain yang dapat digunakan untuk $U = 0,001$ mm
6.	Selisih suhu UUT dan standar	$u(\theta_s)$	$L_s \alpha_s$	Estimasi $U = 0,001$ mm; koefisien $\alpha_s = 11,56 \times 10^{-6}$ / $^{\circ}C$; koefisien L_s tidak ada data lain, gunakan $U = 0,001$ mm; $L_s = 25$ mm; $\alpha_s = 11,56 \times 10^{-6}$ / $^{\circ}C$
7.	Drift standar	$u(L_{ix})$	1	Resolusi $U = 0,001$ mm; k = 2 karena tidak ada data lain
8.	Linearity	$u(L_{ix})$	1	Resolusi $U = 0,001$ mm; k = 2 karena tidak ada data lain
9.	Kualitas gambar	$u(L_{ix})$	1	Estimasi $U = 0,001$ mm; k = 2 karena tidak ada data lain

Gambar 3. 1 Regulasi KAN untuk alat *micrometer*

(Sumber: Data diolah 2021)

1. Model matematis dari kalibrasi *digital micrometer* sebagai berikut :

$$C_{il} = L_s(1 + \alpha_s \theta_s) - L_{ix}(1 + \alpha_{ix} \theta_{ix}) + L_d + fg$$

Dengan, C_{il} : Koreksi pembacaan *UUT* terhadap nilai standar.

L_s : Nilai aktual standar.

L_{ix} : Nilai Pembacaan pada *UUT*.

α_s : Koefisien muai Thermal standar.

α_{ix} : Koefisien muai Thermal *UUT*.

θ_s : Perubahan suhu standar.

θ_{ix} : Perubahan suhu *UUT*.

L_d : Kesalahan akibat *drift* standar.

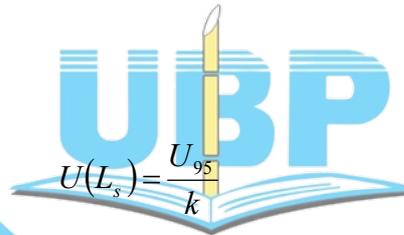
fg : Kesalahan akibat faktor geometris.

2. Persamaan ketidakpastian pengukuran dari koreksi C_{il} sebagai berikut :

$$U^2(C_{il}) = U^2(L_s) + U^2(L_{ix}) + L_s^2 \theta_s^2 u^2(\delta\alpha_s) + L_s^2 \alpha_s^2 u^2(\delta\theta_s) + U^2(fg) + U^2(R_{ix}) + U^2(L_d)$$

3. $L_s \rightarrow$ Nilai Standar

Nilai standar mempunyai ketidakpastian bentangan hasil kalibrasi dengan tingkat kepercayaan 95% (U_{95}). Ketidakpastian standar ini mempunyai distribusi normal, dengan nilai k (*coverage factor*) pada sertifikat kalibrasi alat standar. Ketidakpastian baku dari alat standar :



4. $L_{ix} \rightarrow$ Pembacaan *UUT* (*Repeatability*)

Nilai yang terbaca oleh *UUT* pada pengukuran yang berulang mempunyai ketidakpastian baku sebesar *ESDM* (*Experimental Standard Deviation of the Mean*), yaitu :

$$U(L_{ix}) = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Dengan, s : standar deviasi dari pengukuran yang berulang, n : banyaknya pengukuran

5. $\delta\alpha_s \rightarrow$ Selisih Koefisien Thermal (*Coefficient Thermal Expansion, CTE*)

Apabila suhu standar sama dengan suhu *UUT*, perbedaan panjang yang terjadi adalah akibat dari perbedaan koefisien muai thermal dari standar dengan *UUT*. Ketidakpastian baku akibat adanya perbedaan koefisien muai mempunyai distribusi *rectangular* dengan rentang (*range*) selisih *CTE* diasumsikan sebesar $\pm 2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, sehingga *semi range* (a) adalah sebesar $2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, maka :

$$U(\delta\alpha_s) = \frac{2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}}$$

6. $\delta\theta_s \rightarrow$ Perbedaan Suhu Standar dengan *UUT*

Perbedaan suhu antara standar dengan *UUT* berada dalam rentang ± 0.1 °C. Ketidakpastian pengukuran akibat adanya perbedaan suhu ini mempunyai distribusi *rectangular*, maka :

$$U(\delta\theta_s) = \frac{0.1^\circ\text{C}}{\sqrt{3}}$$

7. $f_g \rightarrow$ Faktor Geometris

Ketidakpastian baku akibat faktor geometris diasumsikan sebesar minimal $0.2 \mu\text{m}$ dan mempunyai distribusi *rectangular*, maka :

$$U(f_g) = \frac{0.2 \mu\text{m}}{\sqrt{3}}$$

8. $R_{ix} \rightarrow$ Resolusi *UUT*

Keterbatasan pembacaan pada *UUT* akibat resolusi menimbulkan suatu ketidakpastian pengukuran. Batas kesalahan pembacaan akibat keterbatasan resolusi ditetapkan sebesar setengah dari resolusi *UUT*. Ketidakpastian baku akibat resolusi mempunyai distribusi *rectangular*, maka :

$$U(R_{ix}) = \frac{\text{resolusi}}{2\sqrt{3}}$$

9. $L_d \rightarrow$ Drift Standar

Alat standar mempunyai pola *drift* dari hasil kalibrasi yang terdahulu. Ketidakpastian baku akibat *drift* mempunyai distribusi *rectangular* :

$$U(L_d) = \frac{\text{drift std}}{\sqrt{3}}$$

10. Koefisien Sensitifitas (c_i) : untuk masing-masing komponen ketidakpastian dengan persamaan :

$$c_i = \frac{\partial C_x}{\partial x_i}$$

Dengan, x_i : komponen ketidakpastian dari pengukuran, sehingga :

- $c_{L_s} = 1$
- $c_{\delta\alpha_s} = l_s\theta_s$
- $c_{f_g} = 1$
- $c_{L_d} = 1$
- $c_{L_{ix}} = 1$
- $c_{\delta\theta_s} = l_s\alpha_s$
- $c_{R_{ix}} = 1$

Dengan, θ_s : fluktuasi maksimum suhu ruang sebesar 2 °C dari (20 °C \pm 1 °C)

α_s : koefisien muai thermal rata-rata untuk standar/ *UUT* sebesar $11.5 \times$

$$10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

11. *Combined Uncertainty* (U_c) :

$$U_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i U_i)^2}$$

12. *Degree of Freedom* (ν) : derajat kebebasan untuk masing-masing komponen ketidakpastian adalah :

- $U(L_s) \rightarrow \nu$ dapat dilihat dari table *student's t* pada *95% confidence level* sesuai nilai k .
- $U(L_{ix}) \rightarrow \nu = n - 1$; dengan n adalah jumlah pengulangan pengukuran.
- Untuk komponen ketidakpastian yang mempunyai distribusi *rectangular*, $\nu = \sim$

13. *Effective Degrees of Freedom* (ν_{eff}) :

$$\nu_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^n \frac{(c_i u_i)^4}{\nu_i}}$$

14. *Coverage Factor* (k) : dari tabel *student's t* dengan *confidence level 95%* untuk ν_{eff} yang didapat.

Expanded Uncertainty : dari pengukuran didapat dengan $U_{95} = k.U_c$ pada *95% confidence level*.

8. **Template Perhitungan Kalibrasi dan Sertifikat Kalibrasi *Digital Micrometer* (non KAN)**

Template perhitungan kalibrasi adalah aplikasi berbasis program *spreadsheet* untuk memudahkan pengolahan data kalibrasi menjadi sertifikat kalibrasi. Pembuatan formula perhitungan kalibrasi atau *template entry* data ini akan dapat meningkatkan efisiensi kerja dalam jasa kalibrasi, karena fungsi dan tujuannya adalah untuk mempermudah dan mempercepat pengolahan data mentah agar menjadi sertifikat kalibrasi. Idealisnya *template* perhitungan kalibrasi adalah tervalidasi, praktis dan terupdate. Tervalidasi maksudnya adalah perhitungannya benar sesuai dengan IK dan CMC yang telah dibuat dan diajukan. Praktis maksudnya disini adalah mudah digunakan oleh personil *entry* data maupun karyawan yang lain (*userfriendly*). Terupdate disini dimaksudkan dengan terpelihara konten sesuai sertifikat atau prosedur terbaru. Yang perlu dimiliki seseorang sebelum membuat *template* perhitungan kalibrasi adalah pengetahuan dasar kalibrasi dan ketidakpastian pengukuran (nilai standar dan koreksi, komponen ketidakpastian, pengetahuan perhitungan kalibrasi), pengetahuan dalam bidang kalibrasi tertentu, penguasaan *microsoft excel* serta pemahaman logika. Langkah –

langkah pembuatan *template* perhitungan kalibrasi:

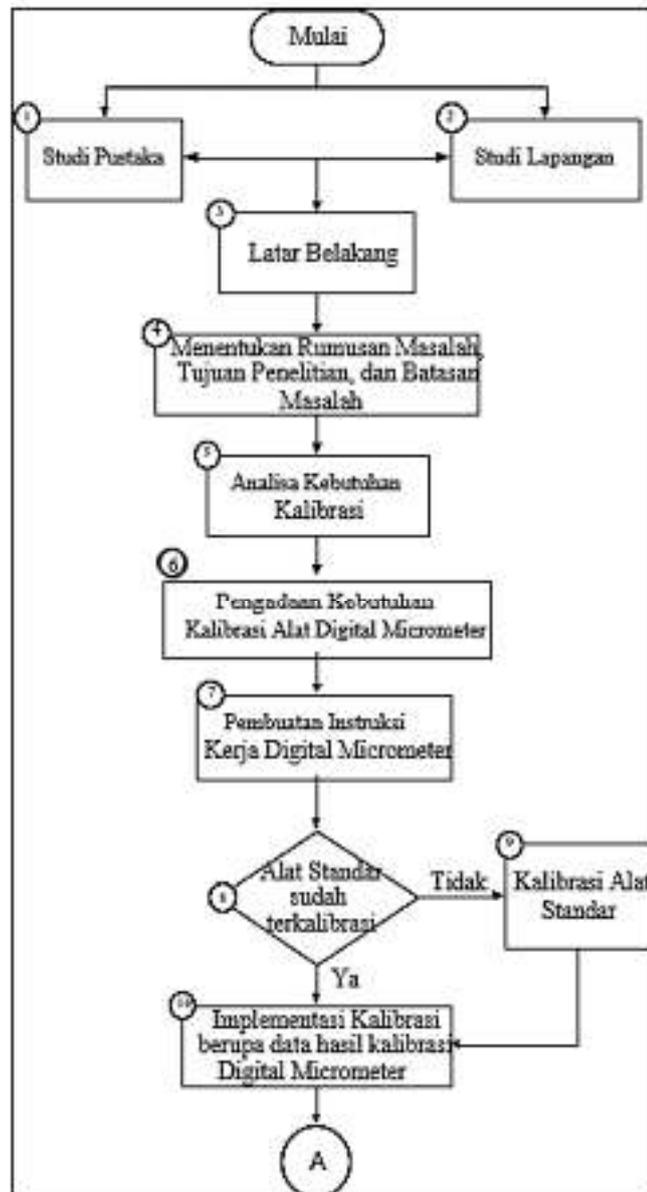
1. Baca dan pahami dengan seksama Instruksi Kerja.
Template yang akan kita buat tidak boleh keluar dari apa yang digariskan didalam Instruksi Kerja. Jika ternyata ditemukan hal yang salah atau kurang tepat dari Instruksi Kerja, maka Instruksi Kerja perlu direvisi terlebih dahulu.
2. Perhatikan tabel budget ketidakpastian (CMC = *Calibration Measurement Capability*).
Didalam CMC, komponen yang disebutkan didalam Instruksi Kerja dibuat model terbaik yang mampu dilakukan laboratorium. Perhitungan estimasi ketidakpastian yang ada di CMC adalah perhitungan yang “mendekati sempurna”. Jika CMC mengandung kesalahan, maka CMC perlu diperbaiki terlebih dahulu. CMC yang telah diperbaiki harus dilaporkan ke KAN. Jika KAN belum menyetujui, maka CMC yang direvisi belum bisa dijadikan acuan. Jika ternyata CMC yang baru nilainya lebih kecil dari CMC lama, maka CMC lama tetap dijadikan acuan hingga terbit persetujuan dari KAN.
3. Perhatikan nilai sertifikat standar terbaru.
Nilai sertifikat standar yang dijadikan acuan harus yang terbaru dan sah (tidak keluar dari masa kalibrasi yang seharusnya). Bagian yang penting dari sertifikat adalah:
 - a. Nilai aktual atau koreksi standar.
 - b. Nilai ketidakpastian pengukuran standar.
 - c. Nilai-nilai lain yang berpengaruh terhadap hasil kalibrasi, seperti kestabilan, keseragaman dan sebagainya
 - d. Ketertelusuran kalibrasi standar (tidak masuk kedalam perhitungan, namun wajib ditampilkan).
4. Mulai buat data base nilai standar
Dari sertifikat kalibrasi yang valid, buatlah *database* nilai-nilai standar yang digunakan. Jika dibutuhkan buat pula *database* nilai konstanta tertentu misal massa jenis bahan, akurasi, *drift* dan sebagainya.
5. Buat lembar inputan
Sebaiknya lembar inputan dibuat sama atau mirip dengan formulir data mentah. Tujuannya supaya proses *entry* menjadi lebih cepat dan mudah.
6. Buat lembar (*sheet*) pengolahan data berdasarkan CMC yang valid.

Setelah membuat *database* standar dan lembar pengisian, berikutnya adalah membuat lembar pengolahan data berdasarkan CMC. Bentuknya boleh persis CMC atau bisa dimodifikasi sesuai keinginan. Umumnya CMC dibuat per titik ukur. Pengolahan boleh dilakukan per titik ukur atau bisa jadi cukup titik yang paling besar (maksimal). Tentunya pengolahan per titik ukur lebih meyakinkan, karena bisa jadi ketidakpastian pada titik ukur paling besar nilainya justru lebih kecil.

7. Buat halaman *cover* laporan / sertifikat.
8. Buat halaman data hasil kalibrasi.
9. Relasikan antara lembar pengisian dan pengolahan dengan halaman *cover* dan data.

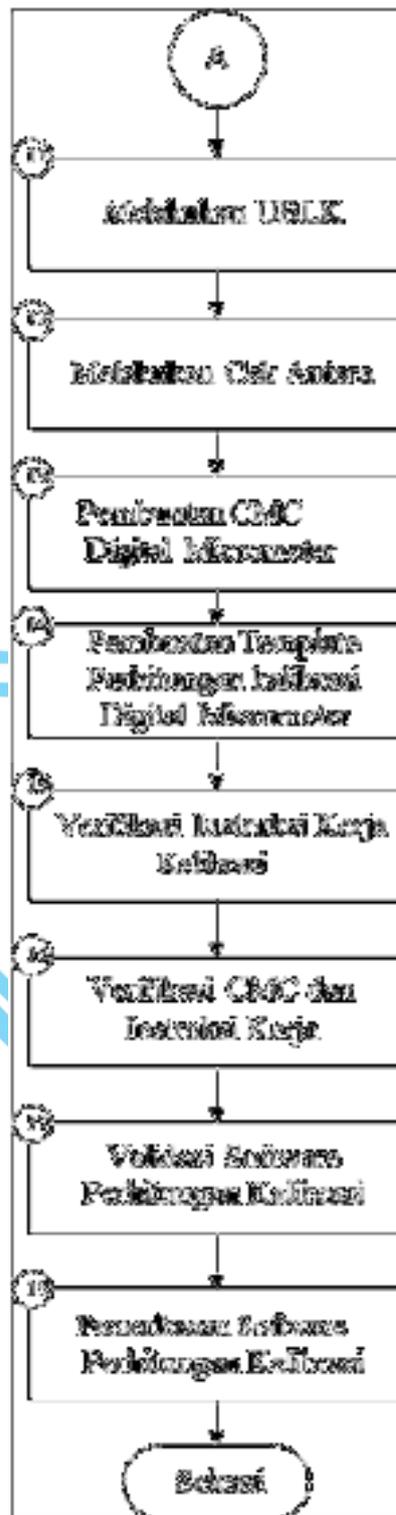


3.5 Langkah-langkah Penelitian



Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian

(Sumber: Data diolah, 2021)



Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian Lanjutan

(Sumber: Data diolah, 2021)

Berdasarkan bagan alir pada gambar 3. 2 dapat diketahui langkah-langkah penelitian sebagai berikut :

1. Studi Pustaka tentang kalibrasi oleh penulis dengan dokumen ISO GUM/JCGM dan ISO/IEC 17025:2017 serta dokumen JIS B 7502-1994 sebagai referensi standar kalibrasi *digital micrometer*.
2. Studi Lapangan dilakukan di laboratorium *Calibration* PT. Meira Manufacturing Indonesia mengenai proses kalibrasi alat ukur *digital micrometer*.
3. Latar Belakang penelitian tentang perbandingan pengukuran antara *internal* dengan *external* Kalibrasi untuk pengembangan ruang lingkup *digital micrometer*.
4. Penentuan rumusan masalah, tujuan penelitian serta batasan masalah dari penelitian.
5. Analisa kebutuhan kalibrasi *digital micrometer*, meliputi:
 - a. Alat standar,
 - b. Alat bantu,
 - c. Artefak Kalibrasi,
 - d. Dokumen referensi,
 - e. Kondisi lingkungan kalibrasi (lokasi/ruangan).
6. Melakukan pembelian atau pengadaan barang-barang kebutuhan kalibrasi.
7. Instruksi kerja dibuat berdasarkan dokumen acuan Internasional dan melakukan verifikasi. Jika tidak ada maka laboratorium mengembangkan metode sendiri dan harus divalidasi melalui uji banding.
8. Alat yang sudah di beli harus di kalibrasi ke laboratorium lain yang sudah terakreditasi KAN agar tertelusur.
9. Kalibrasi dilakukan di lab lain yang sudah terakreditasi KAN dengan CMC yang kecil.
10. Membuat Implementasi kalibrasi berupa data metah.
11. Melakukan Uji Banding Laboratorium Kalibrasi (UBLK) untuk alat *digital micrometer* ke laboratorium lain yang sudah terakreditasi KAN.
12. Melakukan cek antara alat standar *block gauge* pada titik ukur 10 mm.
13. Membuat CMC + Lampiran bukti hasil kalibrasi (sertifikat kalibrasi *digital micrometer*).
14. Pembuatan template perhitungan kalibrasi *digital micrometer* yang terpaut pada penerbitan sertifikat kalibrasi *digital micrometer* (Non KAN).
15. Memverifikasi instruksi kerja yang dilakukan kepala laboratorium dan disetujui oleh kepala bisnis unit.
16. Memverifikasi dokumen CMC dan instruksi kerja yang dilakukan *leader* QA dan disetujui oleh *manager* QA.

17. Memvalidasi software perhitungan kalibrasi *digital micrometer* oleh *leader QA* dan disetujui oleh *manager QA*.

Pemeriksaan *software* perhitungan kalibrasi yang diperiksa *leader QA* dan disetujui oleh *manage*

